DIE NATURWISSENSCHAFTEN

1. Jahrgang. 29. August 1913. Heft 35.

Die Tollwut, ihre Entstehung und Bekämpfung.

Von Privatdozent Dr. Carl Prausnitz,

Leiter der Wutschutz-Abteilung am Kgl. Hygienischen Institut der Universität Breslau.

I.

Die Tollwut der Tiere, insbesondere der Hunde, ist seit dem frühen Altertum bekannt. Dagegen ist die Tollwut des Menschen wohl zuerst von dem berühmten römischen Gelehrten *Celsus* im ersten Jahrhundert n. Chr. beschrieben worden. Am häufigsten kommt in Mitteleuropa die Krankheit bei Hunden, in weniger zivilisierten Gegenden auch bei Wölfen und Füchsen vor, von denen sie durch Biß auf andere Tiere und den Menschen übertragen wird. Die Tollwut ist demnach eine typische und in vieler Beziehung sehr interessante Infektionskrankheit. Auffallend ist zunächst die lange Dauer der „Inkubation", das ist des Zeitraums zwischen der infizierenden Bißverletzung und dem Ausbruch der Krankheit. Sie beträgt beim Hunde gewöhnlich 15—80 Tage, am häufigsten zwischen 20 und 50 Tagen, ausnahmsweise kann sie auch kürzer oder noch länger sein. Bei größeren Tieren und dem Menschen beobachtet man gelegentlich viel längere Inkubationen — bis zu $1^1/_2$ Jahren! Die Krankheitserscheinungen beim Hund sind wechselnd, je nachdem Aufregungszustände oder Lähmungen im Vordergrunde stehen. Man unterscheidet dementsprechend zwei Formen, die „rasende" und die „stille" Wut. Bei der rasenden Wut bemerkt man zunächst im Anschluß an eine leichte Steigerung der Körpertemperatur eine Änderung im Charakter des Tieres: sonst folgsame, freundliche Tiere werden mürrisch, bissige Tiere manchmal übertrieben freundlich. Sie schließen sich zuweilen enger als sonst an ihren Herrn an, öfters aber zeigen sie Neigung zum Entweichen. In ihrer offenbaren Unruhe und Angst können sie weite Strecken — 10, 20, ja 50 km — durchrasen. Oft ist eins der ersten Krankheitszeichen, daß die Tiere die alte Bißstelle lecken, die vermutlich, wie beim Menschen, schmerzhaft wird. Das Futter wird manchmal verschmäht, Wasser aber gewöhnlich, wenigstens im Anfang der Krankheit gesoffen. Frühzeitig zeigen die Tiere die Neigung, ungenießbare Gegenstände, wie Holz, Stroh, Steine, Tuchreste, zu zerkauen und zu verschlucken. Die Stimme ist meist verändert, das Bellen pflegt nach kurzem Anschlag mit einem langgezogenen heiseren Geheul zu enden. Die Reizbarkeit der Tiere nimmt zu und äußert sich in der Neigung, grundlos Tiere und Menschen, die ihnen begegnen, zuletzt auch den eigenen Herrn, zu beißen. Die Krankheit dauert meist 4—5 Tage. Die Tiere gehen schließlich unter hochgradigem Kräfteverfall und Lähmung der Hinterbeine, Vorderbeine, der Schling- und Atemmuskeln elend zugrunde. Bei der stillen Wut treten die beschriebenen Aufregungszustände zurück, und die Lähmungen beherrschen das Krankheitsbild. Die Tiere ziehen sich in irgend einen dunklen Winkel zurück, fressen nicht und scheinen nichts sehnlicher zu wünschen, als in Ruhe sterben zu dürfen. Werden sie aber gereizt, so können sie gelegentlich auch, wie zur Abwehr, beißen. Die Lähmungen befallen gewöhnlich zuerst die Hinterbeine, um allmählich aufsteigend die übrige Muskulatur zu ergreifen; manchmal beginnen sie an den Kiefermuskeln und befallen erst später die unteren Muskelgruppen. Auch diese Form der Wut endet meist in 4—5 Tagen tödlich. Zwischen beiden Krankheitsformen gibt es alle möglichen Übergänge, auch beobachtet man gelegentlich Hundswut, bei der Krampfzustände oder auch nur zunehmender Kräfteverfall das Krankheitsbild beherrschen.

Eine ähnliche Vielheit der Symptome sieht man auch bei anderen erkrankten Tieren und beim Menschen. Es ist hier nicht der Ort, hierauf näher einzugehen. Nur kurz sei bemerkt, daß beim Menschen die Schlingbeschwerden, Schlingkrämpfe und Krämpfe aller Muskeln, die durch leichteste Reize ausgelöst werden, das auffallendste Symptom darstellen. Sie sind für den Erkrankten um so quälender, als das Bewußtsein bis kurz vor dem Tode erhalten zu sein pflegt, und die Patienten die Hoffnungslosigkeit ihres Zustandes durchaus einsehen.

Die Eingangspforte des Krankheitserregers ist meist eine Bißwunde, und es ist wichtig zu wissen, daß Hunde bereits *vor* dem Ausbruch der Wut durch ihren Biß die Krankheit übertragen können. Die Wunde braucht nicht tief zu sein, vielmehr kann der Erreger auch durch die fast unversehrte Haut in den Körper eindringen. Daher sind auch Personen, die von tollen Hunden nur geleckt worden sind, gefährdet. Am bedenklichsten sind aber tiefe Wunden, und vor allem solche, die nahe dem Zentralnervensystem, an Kopf, Hals, Arm oder Hand gesetzt wurden. Der Infektionserreger ist, wie durch viele Tierversuche bewiesen worden, stets im Zentralnervensystem, oft im Speichel, gelegentlich auch im Blut und anderen Teilen des erkrankten Körpers vorhanden und kann dort lange Zeit nach dem Tode trotz vorgeschrittener Fäulnis seine Infektionstüchtigkeit bewahren.

Der *Erreger* der Wut ist ein Mikroorganismus, der sich im Nervensystem des erkrankten Tiers vermehrt; denn man kann durch Verimpfung minimaler Mengen von Gehirnsubstanz toller Tiere ins Gehirn normaler Tiere die Krankheit auf diese übertragen und von ihnen aus in gleicher Weise die Krankheit in unzähligen Tierreihen ungeschwächt weiter fortpflanzen. Aber obgleich man sich so von der belebten Natur des Wuterregers überzeugen kann, ist es bisher nicht möglich gewesen, ihn mit den besten optischen Hilfsmitteln sichtbar zu machen. Er passiert sogar durch bakteriendichte

Filter, die Gebilde von 0,1—0,2 tausendstel Millimeter Durchmesser zurückhalten. Er gehört also zu der Gruppe der „filtrierbaren Virusarten", denen auch die Erreger mancher anderer Krankheiten, wie Pocken, Masern, Schweinepest, Trachom usw., angehören.

Wenn es auch nicht möglich ist, den Erreger der Wut selber zu sehen, so zeigt uns doch die mikroskopische Untersuchung des Gehirns mehrere für die Krankheit charakteristische Befunde, die zur Diagnose verwertet werden. Am konstantesten ist das Auftreten der von *Negri* entdeckten Körperchen. Im Zelleib gewisser Gehirnzellen liegen neben dem Zellkern runde bis ovale Gebilde, in deren Inhalt feinste Körnchen erkennbar sind. Die Negrischen Körperchen selber sind von verschiedener Größe, manche so groß wie die Zellkerne, andere nur noch dicht an der Grenze der Sichtbarkeit. Es wäre vielleicht möglich, daß die kleinsten Formen unter den Negrischen Körperchen oder die Innenkörnchen die Bakterienfilter durchdringen können, und man hat daher in ihnen den Erreger der Krankheit vermutet. Gegen diese Auffassung spricht indessen die Inkonstanz ihres Vorkommens in manchen Teilen des Zentralnervensystems, die sich im Tierversuch doch noch als virulent (krankheitserregend) erweisen. Von anderer Seite (*von Prowazek*) wurden die Negrischen Körper als Reaktionsprodukte der Zellen gegenüber dem sie befallenden unsichtbaren Erreger aufgefaßt. Auch bei anderen Infektionskrankheiten, z. B. den Pocken und dem Trachom, sind analoge Gebilde in den erkrankten Zellen gesehen worden, für die sich die gleiche Erklärung geben läßt.

Bereits *Pasteur* war es aufgefallen, daß in den Gehirnzellen wutkranker Tiere zahlreiche feinste Körnchen sich finden. Diese Beobachtung ist von *Babes* unter Verwendung neuer Färbemethoden bestätigt worden. Ebenso konnte *J. Koch* im Nervensystem tollwütiger Tiere äußerst feine kugelige Gebilde darstellen, die in der Form und Anordnung gewissen Kugelbakterien (Coccen) ähneln, aber viel kleiner als diese sind. Eine sichere Entscheidung, ob diese staubförmigen Körperchen von *Babes* und die coccenartigen Gebilde von *J. Koch* den Wuterreger darstellen, ist auf Grund unserer heutigen Kenntnisse nicht möglich.

Die Diagnose der Tollwut ist nach dem Gesagten bei Lebzeiten des Tieres nicht immer mit Sicherheit zu stellen. Zur Entscheidung war man früher auf den Tierversuch angewiesen, der aber erst nach Wochen ein Resultat geben konnte, also zu einer Zeit, wo es zu spät war, um seuchenpolizeiliche Maßnahmen zu treffen, oft auch zu spät, um die alsbald zu besprechenden Schutzmaßnahmen bei den gebissenen Personen durchzuführen. Der große Fortschritt der Entdeckung von *Negri* beruht in der Möglichkeit einer Schnelldiagnose. Der Befund der Negrischen Körperchen gestattet, in den meisten Fällen von Tollwut bereits innerhalb einer Stunde nach Eingang des Untersuchungsmaterials eine sichere Entscheidung abzugeben. Die weiteren Aussichten auf Fortschritt beruhen in den zuletzt angeführten Beobachtungen von *Babes* und vor allem von *J. Koch*, wonach man vielleicht hoffen darf, in absehbarer Zeit auch die Erreger der Krankheit isolieren und züchten zu können.

II.

Die Bekämpfung der Tollwut kann zurzeit nur eine vorbeugende (prophylaktische) sein, da spontane Heilungen der einmal ausgebrochenen Krankheit äußerst selten sind, und alle bisher versuchten Heilmittel versagt haben. Die Prophylaxe richtet sich zunächst auf die möglichste Ausrottung der tollwütigen Hunde. Dies ist in mustergültiger Weise in England erfolgt. Hier wurde seinerzeit durch ein Gesetz der Maulkorbzwang für ein Jahr im ganzen Lande eingeführt und dadurch die Krankheitsübertragung verhindert. Die Einführung frischer Fälle ins Land wird durch die Bestimmung verhütet, daß jeder von auswärts kommende Hund eine dreimonatliche Quarantäne bei einem beamteten Tierarzt durchmachen muß. Bei uns ist ein derartiger Grenzschutz naturgemäß nicht möglich. Daher kommt in allen Grenzdistrikten Deutschlands, insbesondere in den östlichen Provinzen, eine ziemlich hohe Zahl toller Tiere vor. Infolge der strengen Durchführung einer mindestens dreimonatlichen Hunde- (eventuell auch Katzen-) Sperre in einem mehrere Kilometer weiten Umkreis um jeden Ort, wo Tollwut vorgekommen ist, und durch die Tötung oder strenge Quarantäne jedes von einem tollen Tiere gebissenen Tieres ist es aber gelungen, die Verbreitung der Krankheit im Innern Deutschlands mit Erfolg zu unterdrücken und auch in den Grenzprovinzen ihr Überhandnehmen zu verhindern.

Das wichtigste Mittel bei der Bekämpfung der Tollwut des Menschen ist die von *Pasteur* 1885 eingeführte *Schutzimpfung*. Die Möglichkeit der Gewinnung eines hinreichenden Impfschutzes ist bedingt durch die lange Dauer der Inkubation dieser Krankheit. Bei rechtzeitiger Impfung kann ein sicherer Impfschutz („Immunität") erworben werden, ehe der Krankheitserreger bis zum Zentralnervensystem vorgedrungen ist. Das Prinzip der Pasteurschen Schutzimpfung und aller späteren Modifikationen ist der Jennerschen Pockenschutzimpfung nachgebildet. Bei der Pockenimpfung dient als Impfstoff die „Vaccine" oder Lymphe der Kuhpocken, d. i. einer Krankheit, die ursprünglich von menschlichen Pocken ausgegangen war, deren Erreger aber durch den dauernden Aufenthalt im Rinderorganismus für den Menschen an Virulenz abgenommen hatte. Bei Verimpfung dieser Vaccine auf den Menschen entsteht nur eine unbedeutende, auf den Ort der Impfung beschränkte Reaktion, die Impfpustel, die aber ausreicht, um einen jahrelang dauernden Schutz zu verleihen. In ähnlicher Weise suchte nun *Pasteur* bei verschiedenen Infektionskrankheiten, vor allem bei der Tollwut, den Erreger abzuschwächen und dadurch zum Impfstoff geeignet zu machen.

Seine Versuche bezweckten zunächst die Züchtung des Erregers. Dies ist bisher nur im Tierkörper möglich. Geringe Mengen der Hirnsubstanz eines tollen Hundes wurden lebenden Kaninchen in das Gehirn verimpft, die nach etwa $2^1/_2$ Wochen unter den typi-

schen Erscheinungen der Wut eingingen. Deren Gehirn wurde nun an weitere Kaninchen verimpft, und so fort, bis nach sehr zahlreichen „Passagen" ein Stamm gewonnen war, der Kaninchen unfehlbar bereits am 7.—8. Tage tötete, das sogenannte „Virus fixe". Dieses Virus fixe hatte demnach eine erhöhte Wirksamkeit für das Kaninchen erworben, aber es hatte zugleich seine ursprünglich hohe Wirksamkeit (Virulenz) für Hunde und Affen fast völlig eingebüßt. Auch für den Menschen scheint es nach neueren Versuchen relativ harmlos zu sein. Die Herstellung des Pasteurschen Impfstoffes geht aus von dem steril entnommenen Rückenmark von Kaninchen, die an solcher „Passage-Wut" erkrankt waren. Um aber jede Möglichkeit einer Schädigung der zu impfenden Personen auszuschließen, verwendete *Pasteur* dies Rückenmark nicht in frischem, virulentem Zustande, sondern schwächte es progressiv durch Trocknung über Ätzkali bei ca. 20° ab. Die ersten Impfungen erfolgen nach seiner Methode mit einem Virus, das so lange getrocknet worden ist, daß es selbst für Kaninchen harmlos geworden ist. Die späteren Impfungen geschehen dann mit immer kürzere Zeit getrocknetem, also virulenterem Material. So wird der zu schützende Mensch allmählich an immer stärkere Dosen des Virus gewöhnt, und ein hoher Grad von Impfschutz erzielt. Dies ist auch heute noch die verbreitetste Methode der Wutschutzimpfung, die u. a. auch in Deutschland angewendet wird. Man hat nun mit Rücksicht auf die sehr geringe Virulenz des Virus fixe für Menschen die ersten Impfstufen des Pasteurschen Schemas weggelassen und pflegt die Impfung mit relativ wirksamerem Material zu beginnen. Damit hoffte man, in kürzerer Zeit einen hohen Grad von Immunität zu erreichen und die gelegentlich beobachteten Mißerfolge seltener zu machen.

Auf die Anwendung des Virus fixe gehen alle anderen Impfverfahren zurück, deren bekanntestes das von *Högyes* in Budapest 1890 eingeführte ist. Seiner Auffassung nach bewirkt nämlich die Trocknung des Impfstoffes nicht eine Abschwächung der Wirksamkeit der Erreger, sondern nur eine Verringerung der Zahl der lebenden Erreger. Das Gleiche glaubt er in einfacherer Weise durch Verdünnung des frischen Virus fixe zu erreichen. Er beginnt mit sehr starken Verdünnungen und steigt — in Anlehnung an das Pasteursche Prinzip — zu relativ großen Dosen. Sein Verfahren ist in mehreren Instituten eingeführt und hat sich ebenfalls bewährt. Auf die von anderen Forschern vorgeschlagenen abweichenden Methoden kann an dieser Stelle nicht eingegangen werden.

Allen diesen Verfahren ist gemeinsam das Prinzip der „aktiven Immunisierung". Der zu schützende Organismus wird mit dem abgeschwächten, für ihn nicht mehr gefährlichen Krankheitserreger geimpft und reagiert hierauf durch die Bildung von Schutzstoffen. Es hat aber nicht an Versuchen gefehlt, auch bei der Tollwut den Weg der „passiven" Immunisierung zu betreten, der bei manchen Krankheiten, wie der Diphtherie, vorzügliche Resultate liefert. Zum Zweck der passiven Immunisierung wird ein geeignetes Tier (zweckmäßig Hammel) aktiv gegen Virus fixe immunisiert. Es bildet dann Schutzkörper gegen die Krankheit; durch Verimpfung seines Blutserums hoffte man diese Schutzkörper auf den zu schützenden Organismus zu übertragen. Wenn diese Methode ausführbar wäre, so würde sie für manche Fälle einen wesentlichen Vorteil gegenüber der aktiven Methode bieten. Denn es wäre dann möglich, dem Körper bereits am ersten Behandlungstage große Mengen von Schutzstoffen einzuverleiben, während bei der aktiven Immunisierung ein Impfschutz erst im Laufe der zweiten Behandlungswoche auftritt. Indessen waren die mit dem Wutserum im Tierversuch erzielten Resultate zu unsicher, als daß es für die Behandlung des Menschen hätte in Frage kommen können. Dagegen haben *Babes* in Bukarest und *A. Marie* in Paris mit einem gewissen Erfolg versucht, die Serumbehandlung mit der alten Pasteurschen Methode in Gestalt der sogenannten „Sero-Vaccination" zu kombinieren. Inwieweit sie freilich Vorteile gegenüber der einfachen Pasteurschen Methode bietet, kann zurzeit noch nicht entschieden werden.

Die *Resultate* der Schutzimpfung, die seit vielen Jahren in allen zivilisierten Ländern (außer dem tollwutfreien England) und in vielen anderen Weltteilen durchgeführt wird, sind nicht ohne weiteres miteinander vergleichbar. Dazu bestehen zu große Verschiedenheiten in den örtlichen Verhältnissen, in der Anwendungsart der Schutzimpfung usw. Eine Analyse der komplizierten Statistiken der verschiedenen Pasteur-Institute ist daher in diesem Rahmen nicht ausführbar. Hervorzuheben wäre hier nur, daß in fast allen Wutschutzinstituten der Welt die beobachtete Mortalität weniger als 1 % beträgt, während sie sich bei Unbehandelten auf ein Vielfaches, etwa das 10 fache, belaufen dürfte.

In Deutschland besteht seit 1898 eine Wutschutzabteilung am Institut für Infektionskrankheiten *„Robert Koch"* in Berlin, seit 1906 eine zweite Abteilung am Hygienischen Institut der Universität Breslau. An beiden Anstalten sind seit ihrem Bestehen bis zum Frühjahr 1912 zusammen 5711 Personen behandelt worden, von denen nur 47 (= 0,8 Prozent) der Wut erlegen sind. Diese Zahl stellt aber die „absolute" Mortalität dar, d. h. sie umfaßt auch diejenigen Fälle, die zu spät zur Behandlung kamen und nicht mehr durch die Impfung zu retten waren. Man pflegt daher allgemein bei der Beurteilung des Impferfolges nur die „relative" Mortalität zu berücksichtigen: sie wird erhalten nach Abzug derjenigen Todesfälle, die während des Verlaufs der Impfung und der darauffolgenden 14 Tage eintreten; denn erfahrungsgemäß wird ein voller Impfschutz erst nach dieser Zeit erreicht. Im Breslauer Institut sind in den $6^1/_2$ Jahren seines Bestehens insgesamt 1352 Personen geimpft worden. Von ihnen waren 1090 durch sicher tolle Tiere verletzt. Es starben im ganzen an Wut 8 Personen, davon 5 während der Impfung oder der nachfolgenden Woche. Nur in drei Fällen kann also von einem Versagen der Impfung gesprochen werden, und dies waren ungewöhnlich schwere Gesichtsverletzungen, die bekanntlich besonders bedrohlich sind. Es ergibt

sich demnach eine korrigierte („relative") Mortalität von 0,28 %. Eine rechtzeitig ausgeführte Schutzimpfung verleiht daher — außer bei sehr schweren Verletzungen — einen sehr weitgehenden Schutz gegen den Ausbruch der Wuterkrankung des Menschen.

Ob es auf dem beschriebenen Wege möglich sein wird, alle bei der heutigen Schutzimpfung noch vorkommenden Mißerfolge zu beseitigen, erscheint zweifelhaft. Mancher Versager freilich würde in Wegfall kommen, wenn weitere Kreise der Bevölkerung mehr Verständnis für die Wichtigkeit der möglichst frühzeitigen Einleitung der Impfung gewinnen würden. Einen wesentlichen Fortschritt repräsentiert die Ausdehnung der Impfung bei schweren und prognostisch ungünstigeren Verletzungen auf einen längeren Zeitraum (bis zu sechs Wochen). Wenn es gelingen würde, die Wirksamkeit des Tollwutserums zu erhöhen, so würde auch das für die Behandlung wesentlich ins Gewicht fallen. Ob es endlich möglich sein wird, auf dem von *Ehrlich* inaugurierten Wege der Chemotherapie auch für den Erreger der Tollwut eine spezifisch giftige Substanz, also ein echtes Heilmittel gegen die Krankheit zu entdecken, muß erst die Zukunft lehren. Die Auffindung eines solchen Mittels würde jedenfalls das Ideal der Tollwutbehandlung darstellen.

Der Blitzableiter.

Von Professor Dr. F. Neesen, Berlin.

Die Frage des Blitzableiters ist trotz der 150 Jahre, welche seit Einführung desselben durch *Franklin* vergangen sind und trotz des gewaltigen Schadens, welchen das Nationalvermögen alljährlich durch Blitzschlag erfährt, noch nicht so geklärt und Gegenstand des allgemeinen Interesses geworden, wie sie es verdient. Der Schaden beträgt in Deutschland nach neueren Schätzungen der Feuerversicherungsgesellschaften jährlich rund 12 Millionen Mark. Allerdings könnte diese Summe, wenn durch Blitzableiter Blitzschaden vollständig beseitigt würde, nicht ganz als gespart gelten, da Verzinsung und Amortisation des in den Blitzableitern angelegten Kapitals zu berücksichtigen ist, ein Umstand, der den gewiß weitblickenden früheren Leiter des Reichspostamtes v. *Stephan* bei einer Besprechung dieser Frage zu der Erklärung veranlaßte, daß für die Postverwaltung der Blitzableiter für Gebäude wenig in Betracht käme. Doch gibt die Abschätzung in reinem Geldwert sicher nicht den richtigen Maßstab. Man muß auch die Störung des Erwerbslebens, die Gefährdung von Leben und Gesundheit berücksichtigen. Auf der anderen Seite kann bei solchen Schätzungen nicht übergangen werden, daß bei den mit Blitzableitern geschützten Gebäuden gleichfalls noch Blitzschäden eingetreten sind und zwar in einer nicht ganz zu vernachlässigenden Menge. Hierauf stützt sich die viel verbreitete Ansicht, daß ein schlecht angelegter Blitzableiter schlimmer ist, als gar keiner, weil durch jeden Ableiter Blitzentladungen auf das Haus gezogen werden, die ohne den Blitzableiter irgendwo anders hintreffen würden. Da aber ein vollkommener Blitzableiter noch nicht erfunden sei, so müßte man besser den Ableiter überhaupt weglassen. Ausführungen von maßgebender Stelle wie von *Slaby* sind auch in diesem Sinne allerdings mißverständlich gedeutet worden. Nach dem einstimmigen Urteil der Fachmänner ist eine solche Auffassung falsch, denn die geringe Vermehrung von Metallteilen durch Anbringung von Blitzableitern gegenüber den bei der Errichtung eines Gebäudes zu verwendenden Metallmengen kann eine vergrößerte Gefahr eines Einschlags nicht bedingen und nur außerordentlich grobe Fehler der Anlage können die Entladung der atmosphärischen Elektrizität auch nach solchen Orten hinlenken, die ohne Blitzableiter denselben vielleicht nicht ausgesetzt wären. Zuzugeben ist allerdings, daß diese Überlegung wesentlich auf theoretischem Boden fußt, daß ein genauer statistischer Beweis aus der Erfahrung hierfür noch nicht erbracht wurde. Dazu müßte festgestellt werden, wie groß der Prozentgehalt der Zahl der Schäden beim Blitzschlag wäre einmal bei den durch Blitzableiter geschützten und bei den ungeschützten Gebäuden. Aber nicht allein wie groß die Anzahl solcher Schläge, sondern wie groß der verursachte Schaden. Von zwei Seiten, dem Elektrotechnischen Verein in Berlin und Herrn *Runkel* in Frankfurt a. M. ist in neuester Zeit dieser schwierigen Frage näher getreten worden. Da die Blitzschläge zum allergrößten Teil auf ländliche Gebäude fallen, braucht nur für diese eine solche statistische Erhebung gemacht zu werden. Einer vollständig genauen Durchführung werden sich vermutlich nicht zu überwindende Hindernisse entgegenstellen, denn dabei müßte festgestellt werden, ob die mit Blitzableitern versehenen Gebäude und besonders die durch Blitzschläge beschädigten gegenüber den anderen durch ihre Lage oder sonstwie einer besonderen Blitzgefahr ausgesetzt sind. Aber auch im Falle eines nicht vollkommenen Gelingens einer solchen Untersuchung ist ihrem Ergebnis mit größtem Interesse entgegenzusehen. Sie würde, wenn sie ungünstig für den Blitzableiter ausfiele, die Fachleute zur Änderung ihres Standpunktes in bezug auf die Konstruktionsart zwingen, im anderen Falle die Teilnahme der Hausbesitzer an der Blitzableiterfrage wesentlich fördern.

In bezug auf das Wie der Anlage nähern sich die Ansichten mehr und mehr, während noch vor wenigen Jahren große Meinungsverschiedenheiten vorhanden waren, weil keine Einigkeit über den Zweck des Blitzableiters herrschte. Die einen glaubten, derselbe solle das Zustandekommen des Blitzes überhaupt verhindern, die anderen legten mehr den Wert darauf, daß der Ableiter den Blitzschlag auf sich und von den anderen Teilen des Gebäudes ablenken sollte. Die zweite Ansicht ist als die richtige erkannt. Vorbeugend wirkt der Ableiter auch in manchen Fällen, doch nur nebensächlich. Der Grund hierfür liegt darin, daß zum Ausströmen von elektrischen Ladungen, auch aus scharfen Spitzen, eine gewisse Zeit nötig ist und daß bei den gewaltigen Elektrizitätsmengen, mit denen bei einer Blitzentladung zu rechnen ist, die

Zeit, welche die Gewitterwolken gebrauchen, um von dem Orte, wo ihre Wirkung bemerkbar wird und das Ausströmen beginnt, bis zur Einschlagstelle zu kommen, viel zu gering ist, als daß merkliche Mengen durch stille Entladungen unschädlich gemacht werden. Es müssen besonders viel Entladungsstellen vorhanden sein, wie z. B. die Millionen und Millionen von Blätterspitzen eines Waldes oder die breite Fläche eines Gewässers, damit dieser vorbeugende Einfluß wesentlich wird. Auch in diesen Fällen scheint die beobachtete Wirkung nicht darauf zu beruhen, daß die Wolken entladen werden, sondern daß sich ein vertikaler Luftstrom ausbildet, an welchen die Gewitterwolken zurückgeworfen werden. So gehen die Gewitter zwar im allgemeinen nicht über einen breiten Fluß, verschwinden dabei aber nicht, sondern ziehen den Fluß entlang; die Gewitter, welche an einen Waldrand kommen, werden von diesem zurückgeworfen. Eine ähnliche Beobachtung ist bei den Dynamitfabriken in Schlebusch gemacht worden. Nach Herstellung einer sehr ausgedehnten Blitzableiteranlage wurden die Gewitterentladungen über der Anlage viel geringer an Zahl als früher, weil sie seitlich abzogen.

Der Entscheid zwischen diesen beiden Auffassungen hat nicht etwa ein rein akademisches Interesse. Er führt dazu, daß die frühere Forderung der tadellosen Zuspitzung von Fangstangen, welche Benutzung eines unzerstörbaren Materials, wie Platin, in sich schloß, ganz aufgegeben ist.

In bezug auf die Gesamtanordnung sind zwei Gruppen zu unterscheiden: die Gebäudeblitzableiter und die für elektrische Anlagen. Es soll hier nur die erstere Art besprochen werden.

Der Blitzableiter hat zunächst eine Vorrichtung zu erhalten, welche ihn in den Stand setzt, die Entladung auf sich zu ziehen. Diesen Teil bildet die Dachleitung: Fangstangen mit ihren Verbindungsleitungen. Dann ist ein zweiter Teil nötig, welcher die von der Wolkenelektrizität abgestoßene Elektrizität unschädlich in das große Reservoir der Erde abführt: die Ableitungen und die Erdleitungen. Die Art der Fangvorrichtung ergibt sich aus der Überlegung, daß die durch Influenz von den geladenen Wolken erzeugte Spannung in Leitern größer als in Halbleitern oder Isolatoren ist und daß daher ein Überschlag zu solchen Stellen höherer Spannung wahrscheinlich wird, besonders, wenn diese aus den übrigen Gebäudeteilen hervortreten. Es werden deshalb auf dem Dach Fangstangen errichtet, die untereinander und mit der Ableitung verbunden sind. Die Zahl der Fangstangen wurde nach einer von *Gay-Lussac* herrührenden Regel festgesetzt auf Grund der Annahme, daß jeder Teil des Gebäudes, welcher innerhalb eines Kegels von bestimmter Öffnung, dessen Achse die Fangstange bildet, vor dem Einschlag geschützt sei. Viele Erfahrungen haben die Unzulänglichkeit dieser alten Regel ergeben, so daß der Raum dieses Schutzkegels immer mehr verringert wurde und auch neue Regeln für die Konstruktion eines solchen Schutzkegels aufgesucht sind *(L. Weber)*. Anderseits sucht man nach einer von *Melsens* herrührenden Auffassung den Schutz dadurch zu gewinnen, daß jeder besonders vom Einschlag bedrohte Punkt mit einer Metallstange geschützt wird. Letzteres System ist jedenfalls das sicherste. Es liefert natürlich den Konstrukteuren nicht eine so einfache Rechnungsregel, wie das erste, dagegen erlaubt es, die Blitzableitungen weniger auffallend zu machen. Man ist vielleicht bisher bei dieser Anordnung nach *Melsens* in der Zahl der für nötig gehaltenen Stangen und Verbindungsleitungen zu weit gegangen. Das scheint hervorzugehen aus Versuchen, die der Verfasser mit Herrn Dr. *Pier* unter Benutzung von außerordentlich hohen Spannungen und Energien hat machen können (Funkenlänge $2^1/_2$ m, Leistung etwa 25 KW). Die Funkenerscheinungen waren genau so, wie sich dieselben in den prächtigen photographischen Aufnahmen von Blitzen zeigen, die von *Walter* aufgenommen werden konnten. Es hat sich aus diesen Versuchen ergeben, daß die Fläche, welche mehrere auf einer Fläche verteilte Stangen schützen, ungleich größer ist als die aus der Schutzfläche einer einzigen Stange berechnete Schutzfläche dieser verteilten Stangen. Als Erklärung hierfür und überhaupt wohl für die Wirkung der Stangen, muß auf die wenig beachtete Wirkung hingewiesen werden, welche durch die Bildung einer leitenden Luftschicht über den Stangen hervorgerufen wird. Wenn die Wolke sich nähert, so tritt stets eine vorbereitende stille Entladung ein (St.-Elms-Feuer). Eine scharfe Spitze ist hierzu nicht nötig. Von allen Metallteilen erheben sich Luftströme mit leitend gewordener, sogenannter ionisierter Luft. Verteilt man daher die Fangstangen, so bildet sich gewissermaßen eine zylindrische Hülle leitender Luft, die nun der Blitzentladung den Weg weist.

Die Ableitung wird möglichst verzweigt ausgeführt, indem von der Fangleitung zur Erde nicht eine einzige Leitung, sondern mehrere nach allen Seiten verteilte führen. Diese Anordnung sucht den Käfigschutz nach *Faraday* nachzuahmen, welcher darauf beruht, daß im Innern eines auch nur nahezu geschlossenen Leiters keine Ladungen, auch keine Induktionsströme auftreten. Die Wertschätzung dieses Käfigschutzes der verzweigten Leitung wird jedoch durch den Umstand sehr verringert, daß man einen allseitig geschlossenen Käfig fast niemals herstellen kann und daß beim Austreten der in dem Gebäude verwandten Metallmasse aus dem vom Käfig umschlossenen Raum, wie z. B. Gas- und Wasserleitungen, dieser Käfigschutz ganz illusorisch wird. Daher ist es sicherer, sich nur an den zweiten Nutzen der Verzweigung zu halten, der darin besteht, daß durch dieselbe die Stärke der Entladung in den einzelnen Zweigen vermindert und ferner ein möglichst kurzer Weg zur Erde von der Einschlagstelle erschlossen wird. Die Gefahr der schädlichen Entladung nach den im Innern des Gebäudes befindlichen Metallmassen, namentlich den schon hervorgehobenen Gas- und Wasserleitungen, wird dadurch beseitigt, daß man diese Massen direkt mit dem Blitzableiter verbindet und zwar am besten an der unteren Stelle jener. Bedauerlich ist es,

daß noch immer Verwaltungen von Gas- und Wasserwerken vorhanden sind, welche dieser elementaren Forderung Widerstand leisten.

Die Ableitungen sowie die Fangstangen müssen selbstverständlich einen solchen Querschnitt haben, daß sie durch die Blitzentladung, welche sie weiter führen müssen, nicht zerstört werden. Ausreichend sind nach den Erfahrungen die vom Elektrotechnischen Verein in seinen Leitsätzen festgesetzten Anforderungen an die Abmessungen der Blitzableiterverzweigungen. In denselben sind für verzweigte Leitungen geringere Werte vorgesehen als für unverzweigte; die Verzweigung ist in dem Sinne gemeint, wie sie schon vorher verschiedentlich erwähnt ist, also so, daß für die Ableitung der Entladung von jeder Stelle aus nicht ein, sondern mehrere Wege offen stehen. Bei der Führung der Leitung sollten Krümmungen möglichst vermieden werden, weil dieselben dem Hindurchgehen der Entladung einen ihnen eigentümlichen Widerstand, den der Selbstinduktion, entgegensetzen. Ganz vermeiden lassen sich solche Krümmungen nicht; z. B. ist eine solche nicht zu umgehen, wenn von der Dachleitung zu der an der Hauswand niederführenden Leitung übergegangen werden muß. Die Vermeidung von unnötiger Krümmung ist auch der Zweck der Vorschrift, welche sich in fast allen Anleitungen zur Herstellung findet, daß die Leitung nach der Erdleitung hin nicht aufsteigende Teile haben darf. An diese Vorschrift hat sich die Legende gebildet, daß die Blitzentladung gegen das Aufsteigen einen besonderen Abscheu habe, wofür gar kein Grund vorliegt. Das starre Festhalten an dieser Forderung gibt oft Anlaß zu ganz unerträglichen Hemmnissen gegen die freie Bewegung auf dem Dache. Es zeigt sich hierin, welchen Schaden nicht ganz zutreffende Anweisungen verursachen, wenn dieselben zur Beurteilung von Leuten kommen, welche die Sache nicht ganz beherrschen.

Allgemein anerkannt wird die Notwendigkeit einer guten Erdung, d. h. es muß dafür gesorgt werden, daß die von der Wolke abgestoßene Elektrizität in das große Erdreservoir abgeführt werden kann, ohne daß Stauungen auftreten, welche zu Spannungen gegen benachbarte Gebäudeteile Veranlassung geben können. Auch hier ist es vorteilhaft, die Entladungsstellen zu vervielfältigen, um ein rascheres Abfließen zu ermöglichen. Für die Ableitung zur Erde sind in erster Linie solche Orte zu suchen, die eine sogenannte natürliche Entladungsstelle bieten, d. h. Orte, welche in einer ausgedehnten Berührungsfläche mit dem Grundwasser oder dem feuchten Erdreich stehen, wie das bei Wasserleitungen, Gasleitungen, Senkgruben usw. der Fall ist. Es dürfen aber diese Stellen nicht zu weit von dem Blitzableiter entfernt liegen, denn sonst bewirkt der Widerstand der nach diesen Stellen hinführenden Leitung vermöge der Selbstinduktion derselben eine Stauung und ein Abspringen der Entladung vom Blitzableiter zu den Gebäudeteilen. Ein krasses Beispiel von einer in dieser Beziehung ganz ungeeigneten Anlage lieferte die Ableitung eines Blitzableiters auf einem Schutzhause in den Alpen; dieselbe wurde viele Kilometer weit, bis zu der nächsten Quelle, heruntergeführt. Solche Anlagen schaden mehr als sie nützen, nicht allein wegen der Kosten, die den Blitzableiter in Verruf bringen müssen, sondern auch sachlich. Sind die natürlichen Entladungsquellen zu weit, so muß man direkt von dem Blitzableiter ausgehend in die obere Erdschicht verzweigte Leitungen von 10—20 m Länge einlegen.

Bei der Ausführung der Blitzableiter kann man Konstruktionsteile des Gebäudes vielfach mit Vorteil auch als Teile des Ableiters verwenden. Diese zur Verbilligung der ganzen Anlage sehr nützliche Maßnahme wurde hauptsächlich von *Findeisen* mit Geschick durchgeführt; sie war aber lange vor deren Vorschlägen schon in Übung. Es hat sich daraus ein Blitzableiter entwickelt, welcher fast nur aus Konstruktionsteilen des Gebäudes besteht. Man muß jedoch bei dieser Art der Anlage berücksichtigen, daß der Grad der Sicherheit, welche ein Blitzableiter gewährt, doch sehr verschieden sein kann. Die Wahrscheinlichkeit, daß durch Abspringen des Blitzes ein Schaden erfolgt, ist bei den primitiven Ableitungen, welche nur aus den schon vorhandenen Gebäudeteilen bestehen, größer, als wenn besondere Ableiter hergestellt werden. Die Besitzer haben es mit sich auszumachen, was sie bevorzugen: Billigkeit und einen etwas geringeren Schutz oder mehr Kosten und einen größeren Schutz.

Eine ganz besonders sorgfältige Anlage verlangen Gebäude, wie Pulvermagazine, Pulverfabriken, Sprengstoffanlagen usw., bei welchen ein zündender Blitzschlag außerordentlich großen materiellen Schaden verursachen und das Leben zahlreicher Menschen in Gefahr bringen kann. Die Nebenerscheinungen, wie Seitenentladungen, Induktionswirkungen werden hier von besonderer Bedeutung, weil ein kleiner Funke genügt, die aufgehäuften Explosionsstoffe zur Detonation zu bringen. Den Segen des Blitzableiters für solche Gebäude hat die österreichische Militärverwaltung bei ihren vielen Pulvermagazinen im Karstgebirge erfahren. Früher traten dort eigentlich in jedem Jahr Explosionen, infolge von Blitzschlag ein. Nach Anlegung zweckmäßiger Blitzableiter sind diese aber beinahe ganz verschwunden. In Preußen hat man für solche Werke den früher erwähnten Käfigschutz doppelt ausgebildet, indem eine erste Drahtleitung verzweigt nach allen Seiten in 2 m Abstand über dem Haus fortgeführt und dann zur Erde abgeleitet wird, um den eigentlichen Blitzschlag aufzufangen. Auf dem Gebäude selbst wird dann eine zweite verzweigte Leitung angeordnet, um eventuelle Nebenentladungen, die von dem ersten Käfig ausgehen, abzufangen. Eine Anzahl schwerer Blitzschäden gab zu dieser Vorschrift Veranlassung. Indessen sind vor zwei Jahren auch Gebäude, die annähernd nach dieser Vorschrift geschützt waren, vom Blitze betroffen und zwar mit ganz gewaltigen Schadenwirkungen, so daß die Frage des Blitzableiters für solche besonders gefährdete Gebäude wieder aufgenommen werden mußte. Ausgedehnte Versuche sind augenblicklich im Gange. Die Sprengstoffindustrie beteiligt sich daran in dankenswerter Weise mit sehr großen Mitteln, da die gewöhn-

lichen Laboratoriumseinrichtungen hier nicht ausreichen. Man muß die besonderen Verhältnisse des Blitzschlages wenigstens annähernd zu verwirklichen suchen, und das scheint bei den erwähnten Versuchen gelungen zu sein. Bei diesen werden kräftige Entladungen mit Spannungen von 3 Millionen Volt bemerkt. Voraussichtlich bringt noch dieses Jahr ein greifbares Resultat. Soviel ist, sowohl auf Grund der erwähnten Unglücksfälle, als auch der jetzt schon vorliegenden Versuche, sicher, daß der Käfigschutz in dem früher angenommenen Grade nicht vorhanden ist und daß namentlich das zweite Netz in der Weise, wie es angewendet worden ist, neben dem unleugbaren Nutzen auch eine gewisse Gefahr in sich schließt. Für das letztere spricht auch die Beobachtung, daß nach Anbringung der Netze bei Herannahen des Gewitters oft stark zischende Entladungen im Innern der Gebäude beobachtet wurden, die früher nicht bemerkt sind.

Wie aus den vorstehenden Ausführungen zu entnehmen ist, sind bei der Anlage eines Blitzableiters viele Punkte zu beachten. Es ist daher dringend abzuraten, die Herstellung einer solchen Anlage irgendeinem Handwerker anzuvertrauen, welcher mit Bearbeitung von Metall Bescheid weiß. Man sollte sich nur an einen wirklichen Sachverständigen wenden. Mit der wichtigste Punkt ist der zuerst in Betracht kommende, nämlich die Ausarbeitung des Planes. Dazu gehört Sachkenntnis, weil keine alle Fälle umfassenden Anleitungen gegeben werden können. Die Zuziehung des Sachverständigen gibt auch Gewähr, daß der Anlage die Erfahrungen und Fortschritte zugute kommen, um welche sich Technik und Wissenschaft gemeinsam bemühen. Wie kein Ding auf Erden, ist auch die Blitzableiterkunde nicht abgeschlossen. Trotzdem kann schon jetzt jeder, der sein Heim mit einem Blitzableiter schützt, mit einem Gefühl der Sicherheit sich an dem erhabenen Schauspiel der Blitze erfreuen.

Abwässerreinigung.

Von Dr. Hartwig Klut, Berlin,

Mitglied der Königl. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung.

Durch das gewaltige Anwachsen der Städte sowie durch die mächtige Entwicklung von Handel und Industrie wurde die Frage der Reinhaltung unserer Gewässer immer brennender. Während man früher fast allgemein die anfallenden Abwässer sowohl aus den einzelnen Häusern als auch aus gewerblichen Betrieben ohne weiteres den Flüssen und Seen zuführte, wodurch vielfach berechtigte Klagen über starke Verunreinigungen, wie Verschlammungen usw. der Gewässer[1]) laut wurden, ist man jetzt dazu übergegangen, je nach der Beschaffenheit der einzelnen Abwasserarten und der Wasserführung des betreffenden Vorfluters eine mehr oder weniger weitgehende Reinigung des Abwassers in besonderen Kläranlagen usw. vorzunehmen.

Im nachfolgenden soll nun an der Hand des J. Tillmansschen Buches über Wasserreinigung und Abwässerbeseitigung ein kurzer orientierender Überblick über den heutigen Stand der Abwässerreinigung gegeben werden.

Die wichtigsten Stufen für die Reinigung der aus den menschlichen Siedelungen anfallenden Abwässer (sogenannten Hausabwässer) sind nach *R. Weldert*[1]) folgende:

1. Die Trennung der ungelösten Stoffe von dem Abwasser,
2. die Zerstörung der fäulnisfähigen organischen Stoffe,
3. Umwandlung und Entwässerung des entstandenen Abwasserschlamms bis zu seiner Fäulnisunfähigkeit und stichfesten Konsistenz.

Diese Stufen bei der Abwässerreinigung sind naturgemäß nicht immer klar getrennt; sie überschneiden sich häufig; beispielsweise läßt sich eine scharfe Trennungslinie zwischen der Ausscheidung von ungelösten und gelösten Stoffen des Abwassers kaum ziehen, da eine wesentliche Menge derselben im Abwasser in einem schwebenden Zustande vorhanden ist, den man als *Pseudolösung* bezeichnet.

Bei der Trennung der ungelösten Abwasserbestandteile benutzt man Vorrichtungen, wie Rechen, Grobfilter, Absitzanlagen usw.

Die Rechen sind teilweise Grob-, teilweise Feinrechen oder auch Siebscheiben. Nach den vorliegenden Untersuchungen ist die Wirkung der Rechen- und Siebanlagen nicht sehr bedeutend. Bei versuchsweiser Anwendung von Sieben mit 0,5 mm Maschenweite wurden kaum mehr als 40 % der absiebbaren Stoffe eines Abwassers herausgefangen. Derartig feine Siebe können freilich in der Praxis nur als Ausnahme in Betracht kommen, da sie sich bald verstopfen, eine große Siebfläche und sorgfältige Reinigung beanspruchen. Bei den vielfach benutzten Maschen- und Siebweiten von fast durchweg mehr als 1 mm wird die Reinigungswirkung infolgedessen bei gewöhnlichem Abwasser wesentlich niedriger sein und dürfte nach *R. Weldert*[2]) zwischen 10 und 20 % der im Abwasser vorhandenen abfiltrierbaren Substanzen liegen. Natürlich gibt die chemische Beschaffenheit des Wassers einen ausschlaggebenden Faktor.

Die *Absitzanlagen* haben ganz verschiedene Größen, vom Sandfang beginnend, welchen das Abwasser schnell durchfließt, bis zum *Faulraum*, zu dessen Durchlaufen das Abwasser bis zu 24 Stunden braucht. In Verbindung mit Absitzanlagen finden zuweilen Chemikalien als Fällungsmittel Anwendung. Die Größe der *Sandfänge* wählt man zweck-

[1]) *J. König*, Maßnahmen gegen die Verunreinigung der Flüsse. Berlin 1903.

[1]) *R. Weldert*, Abwasserreinigung und Flußverunreinigung. Verhandlungen des 34. Westfälischen Städtetages am 4. u. 5. Oktober 1912 in Witten. Münster i. W. 1912. S. 19.

[2]) *R. Weldert*, l. c. S. 20.

mäßig so, daß nur die schwersten Abwasserbestandteile, z. B. Sand, darin zur Ausscheidung gelangen. Nach den Erfahrungen der Praxis darf hierbei die Wassergeschwindigkeit 2 bis 3 dem in der Sekunde nicht unterschreiten. Man erhält dann als Bodensatz fast nur Sand.

Um nach vorheriger Sandausscheidung die im Abwasser enthaltenen Schwebestoffe, die bis zu etwa 50 % aus organischer Substanz bestehen, auszuscheiden, muß die Wassergeschwindigkeit dementsprechend verlangsamt werden, je nach der betreffenden Anlage und der zu erzielenden Wirkung bis auf wenige Millimeter in der Sekunde. Selbst bei völliger Ruhe des Abwassers erreicht man es nicht, hierdurch die gesamten Schwebestoffe zu entfernen. Die feinsten Suspensionen bleiben im Abwasser enthalten. Nach *R. Welderts* Versuchen beläuft sich die Menge der durch Abscheidung aus Abwasser nicht entfernbaren ungelösten Stoffe auf etwa 20 bis 25 % der durch Filtrieren aus dem Abwasser abfangbaren Stoffe.

Die im Abwasser vorhandenen absetzbaren Stoffe scheiden sich in größter Menge in verhältnismäßig kurzer Zeit, etwa in zwei Stunden, ab, und zwar einerlei, ob das Wasser diese Zeit über vollständig ruhig steht oder langsam ohne Wirbelbewegung horizontal oder vertikal fließt. Die Menge der in zwei Stunden abgesetzten Stoffe beträgt nach *R. Weldert* bei horizontalen Geschwindigkeiten von etwa 1 mm/Sekunde 60 bis 70 %, im Mittel 65 % der abfiltrierbaren Abwasserbestandteile. Es entspricht der Wert von 65 % der abfiltrierbaren Abwasserbestandteile also etwa dem in der Praxis gebräuchlichen Ausdruck *„absetzbare Stoffe"*, bezogen auf eine Sedimentationsdauer von zwei Stunden.

Es kann also durch *Absitzanlagen*, wie Klärbecken, Brunnen und Türme, eine weitgehende Ausscheidung der ungelösten Abwasserbestandteile sowohl anorganischer wie organischer Natur stattfinden. Die feinsten Suspensionen und die ungelösten Stoffe bleiben aber unberücksichtigt. Der Abfluß von Absitzanlagen hat im allgemeinen noch den völligen Abwassercharakter und zeigt bei Aufbewahrung Zersetzungen unter Schwefelwasserstoffbildung, also unter Fäulniserscheinungen.

Die in dem Abwasser enthaltenen fäulnisfähigen Substanzen lassen sich meist durch Chemikalien nur schlecht entfernen. Auch die Kostenfrage steht hindernd im Wege. Eine Ausnahme macht in dieser Beziehung hier wohl nur das *Degenersche Kohlebreiverfahren*[1]), das unter bestimmten Verhältnissen praktische Anwendung findet, z. B. in Cöpenick, Potsdam, Spandau.

Über die zweckmäßigste Art der Reinigung von *Anstalts- und Hauskläranlagen* berichtet *K. Thumm*[2]) an der Hand zahlreicher instruktiver Abbildungen näher. Aus Raummangel kann nur auf die für die Praxis geschriebene, sehr empfehlenswerte Schrift kurz hingewiesen werden.

Die im Abwasser häufig in nicht geringer Menge vorhandenen fettartigen Stoffe lassen sich durch besonders konstruierte *Fettfänger*, z. B. *Kremerapparate*, aus dem Abwasser bequem abscheiden. Im Tillmannschen Buche sind verschiedene Fettabscheider abgebildet und näher beschrieben.

Zur Entfernung der fäulnisfähigen Stoffe aus Abwasser dienen die *biologischen Verfahren*. Die biologische Abwässerbehandlung bezweckt eine weitgehende Reinigung des Abwassers. Während bei den mechanischen Verfahren die gelösten organischen Stoffe praktisch nicht verändert werden, bewirkt die biologische Reinigung in erster Linie eine Zerstörung der im Abwasser enthaltenen fäulnisfähigen organischen Stoffe. Die Aufgabe der biologischen Abwässerreinigung besteht also darin, auch die gelösten organischen Substanzen so weit aus dem Abwasser auszuscheiden, daß eine Fäulnis mit ihren unangenehmen Begleiterscheinungen verhütet wird. Hierbei spielen, wie ja auch der Name sagt, biologische Vorgänge eine ausschlaggebende Rolle. Die künstlichen biologischen Verfahren beruhen darauf, daß die zu reinigenden Abwässer nach geeigneter mechanischer Vorreinigung auf große Körper aus Koks, Schlacke usw. aufgeleitet werden. Die organische Substanz wird hierbei so weit aus dem Wasser ausgeschieden, daß die Abflüsse aus den Körpern nicht mehr nachfaulen. Das Verfahren stammt aus *England*[1]), wo es auch jetzt noch viel angewandt wird. Bei diesem Verfahren unterscheidet man zwischen *Füll-* und *Tropfkörpern*.

Die Unterschiede zwischen diesen beiden Körpern liegen in der Art ihrer Beschickung[2]) mit Abwasser. Die Füllkörper werden mit Abwasser angefüllt, das Abwasser bleibt einige Stunden in ihnen stehen und wird dann wieder abgelassen, wobei Luft in die Körper eindringt. Durch die Tropfkörper läuft das Abwasser regenartig verteilt dauernd hindurch. Die Korngröße des Materials soll bei Füllkörpern zwischen 3 und 8 mm liegen, bei Tropfkörpern ist sie erheblich größer und schwankt zwischen 15 und 75 mm. Bei Füllkörpern namentlich unterscheidet man einstufigen und zweistufigen Betrieb. Bei dem einstufigen Betrieb wird das aus dem Füllkörper ablaufende Wasser dem Vorfluter zugeführt. Bei dem zweistufigen dagegen wird dies Abwasser abermals auf andere Füllkörper gebracht und dann erst in den Fluß gelassen. Tropfkörper werden fast nur einstufig angelegt. Ähnlich wie bei den Faulräumen müssen die biologischen Körper sich erst einarbeiten, d. h. sie liefern allmählich erst fäulnisunfähige Abflüsse. Diese Einarbeitung geht bei Tropfkörpern weit schneller als bei Füllkörpern vor sich. Die Füll-

[1]) *A. Schmidtmann, K. Thumm* u. *C. Reichle*, Beseitigung der Abwässer und ihres Schlammes im Handbuch der Hygiene von *M. Rubner, M. v. Gruber* u. *M. Ficker*. *II. Band*, 2. Abteilg. *„Wasser und Abwasser"*. Leipzig 1911. S. 251.

[2]) *K. Thumm*, Über Anstalts- und Hauskläranlagen. Ein Beitrag zur Abwasserbeseitigungsfrage. 2. Aufl. Berlin 1913.

[1]) *A. Bredtschneider* u. *K. Thumm*, Die Abwasserreinigung in England. Mitteilungen a. d. Königl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorg. u. Abwässerbeseitigung Heft 3. Berlin 1904.

[2]) *Dunbar*, Leitfaden für die Abwasserreinigungsfrage. 2. Aufl. München und Berlin 1912. S. 364.

körper werden in der Weise betrieben, daß man sie mit Abwasser beschickt, darauf einige Zeit in den Körpern verweilen und alsdann austreten läßt. Die Zuleitung des Abwassers auf die Füllkörper erfolgt gewöhnlich von oben. Nach jeder Beschickung muß der Füllkörper einige Zeit lang ruhig stehen, um die aufgenommenen Abwasserstoffe zu verarbeiten. Tropfkörper können in der Regel dauernd mit Abwasser beschickt werden, ohne daß die Reinigungswirkung dadurch abnimmt. Füllkörper werden für gewöhnlich viereckig gebaut, Tropfkörper rechteckig, achteckig oder auch kreisrund.

Die Verteilung des Abwassers auf die biologischen Körper ist von großer Wichtigkeit in erster Linie bei Tropfkörpern. Für diesen Zweck sind in der Praxis eine große Reihe von Einrichtungen[1]) vorhanden, sie aufzuzählen, würde zu weit führen. In der Neuzeit werden im allgemeinen für Städte[2]) Tropfkörper bevorzugt, da sie mehr leisten als Füllkörper. Für einzelne Häuser, Anstalten usw. sind die Füllkörper mehr im Gebrauch. Tropfkörperabflüsse enthalten fast immer größere Mengen von Schwebestoffen, welche aus den Körpern ausgewaschen werden. Von den suspendierten Stoffen des Rohwassers unterscheiden sich diese Stoffe jedoch wesentlich dadurch, daß sie fäulnisunfähig sind. Sie verleihen aber dem gereinigten Wasser ein unangenehmes Aussehen und können im Vorfluter leicht zu Schlammablagerungen führen, weshalb Tropfkörperabflüsse stets nachgeklärt werden müssen. In der Mehrzahl der Fälle werden die Abflüsse in einfachen Klärbecken oder Klärbrunnen nachbehandelt. Da der Schlamm nicht mehr fäulnisfähig ist, bietet seine Entwässerung und Beseitigung nur selten Schwierigkeit. Die bei diesem Verfahren sich abspielenden Vorgänge erklärt man sich folgendermaßen: Jedes einzelne Teilchen des biologischen Körpers überzieht sich allmählich mit einem schleimigen Rasen von Bakterien und anderen kleinen Lebewesen. Durch diesen Rasen wird während der Beschickung der größte Teil der organischen Substanzen absorbiert. Das Benetzungshäutchen des Rasens verbraucht ferner eine große Menge Sauerstoff. Mit Hilfe dieses Sauerstoffs werden die absorbierten Stoffe in den zwischen den Beschickungen liegenden Ruhepausen durch die Organismen zersetzt.

Die Landberieselung. Den verhältnismäßig sichersten Erfolg für die einwandfreie Entfernung von Abwasser, insbesondere, wenn es sich um große Mengen handelt, bietet die Reinigung durch Verteilung auf ausreichende Landflächen[3]) von geeigneter Beschaffenheit *(Berieselung, Eduardsfelder System, intermittierende Bodenfiltration, Untergrundberieselung).* Die Abwässerbehandlung auf Land ist die älteste Art der Schmutzwasserreinigung.

Die *Berieselung* ist ebenfalls zuerst in *England* praktisch erprobt worden. Da die häuslichen Abwässer bekanntlich wertvolle Nährstoffe für eine Reihe von Pflanzen enthalten, so werden mit Erfolg, z. B. in *Berlin*, auf Rieselfeldern allerhand Nutzpflanzen angebaut. Als beste Bodenart für Landberieselung gilt im allgemeinen sandiger Lehm über Kies und kiesiger Sand oder kiesiger, sandiger Untergrund mit leichtem oder mittlerem Mutterboden von etwa 40 cm Höhe darüber, welcher das Abwasser etwas zurückhält. Kiesboden ohne feinere deckende Schicht gilt für durchlässig. Der schlechteste Boden ist Clay-, Lehm- oder Tonboden, ferner auch Torf. Tonboden läßt sich, da er nicht durchlässig ist, nur für die sogenannte Oberflächen- oder wilde Berieselung verwenden.

Die Rieselfelder werden bei uns meist nach dem Prinzip des Beetbaues angelegt. Das Abwasser wird durch Gräben zugeführt. Man läßt jedoch die Verteilungsgräben sich nur soweit mit Abwasser füllen, daß es nur von der Seite her und unter der Oberfläche in die bebauten Beete eintreten kann. Eine Benetzung von Blättern und Stengeln der Pflanzen wird hierdurch verhindert. Die Beete pflegt man in der Regel nur 1 m breit und 20—40 m lang zu machen, weil sonst die gleichmäßige Wasserverteilung nicht zu erlangen ist. Beetanlagen bedingen viele Zuleitungsgräben und auch Wege, von denen aus die Beete besorgt werden können.

Eduardsfelder System. Sind in der Nähe von Orten keine genügenden Rieselflächen vorhanden, so führt man durch Schläuche das Abwasser Gutswirtschaften usw. zu, um es dort auf Äcker zu verspritzen. Im Jahre 1897 ist dies Verfahren zuerst von *Nöbel* bei Eduardsfelde bei Posen mit jährlich 25 000 cbm Abwasser der Stadt Posen[1]) angewandt worden. Nach dem Erfinder wird es Benöbelung oder Eduardsfelder Verfahren oder auch Schlauchberieselung benannt.

In den meisten Fällen ist der Untergrund beim Rieselfeld drainiert. Durch Sammeldrains wird das gereinigte Abwasser dem Vorfluter zugeführt. Die Wirkung der Rieselung ist eine filtrierende. Es werden alle Schwebestoffe, welche die Größe der Bodenporen übersteigen, zurückgehalten, und es wird auch ein großer Teil der Bakterien entfernt. In ähnlicher Weise wie bei dem künstlichen biologischen Verfahren, jedoch noch viel weitgehender, werden die gelösten organischen Stoffe durch biologische Vorgänge im Boden zerstört. Das aus den Sammeldrains abfließende Abwasser unterscheidet sich vom Rohabwasser dadurch, daß es meist völlig klar ist und nicht mehr nachfault.

Um möglichst an Rieselland zu sparen, empfiehlt es sich stets, eine weitgehende *Vorreinigung* der Abwässer vorzunehmen, namentlich Entfernung der

[1]) *A. Schiele*, Abwasserbeseitigung von Gewerben und gewerbereichen Städten, Mitteilungen a. d. Königl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorg. u. Abwässerbeseitig. zu Berlin, 1909, Heft *11*, S. 645, und *C. Reichle*, Über Verteilungseinrichtungen bei kleinen biologischen Tropfkörpern, ebenda Heft *13*, Berlin 1910, S. 103.

[2]) *H. Salomon*, Die städtische Abwässerbeseitigung in Deutschland, I. Ergänzungsband, Jena 1911. S. 584.

[3]) *A. Schmidtmann, K. Thumm* u. *C. Reichle*, Beseitigung der Abwässer und ihres Schlammes im Handbuch der Hygiene. *II.* Bd. 2. Abteilg. Wasser und Abwasser. Leipzig 1911. S. 279.

[1]) *Wulsch*, Die landwirtschaftliche Verwertung der städtischen Kanalwässer nach dem Vorbilde von Eduardsfelde bei Posen, Gesundheits-Ingenieur 1908, Nr. *35*.

Schwebestoffe und unter Umständen auch der Fettstoffe aus dem Schmutzwasser. Welche Landflächen zur ausreichenden Reinigung der Abwässer unter den verschiedenen Bedingungen zweckmäßig erforderlich sind, zeigt nachstehende, von *Tatton* aufgestellte Tabelle:

Einfluß der Vorbehandlung des Abwassers und der Bodenbeschaffenheit auf die für den Rieselbetrieb erforderliche Größe der Landflächen.

Bodenart	Das Abwasser wird nicht vorbehandelt		Das Abwasser wird chem. oder mechan. vorbehandelt		Das Abwasser wird mit dem biologischen Verfahren oberflächlich vorbehandelt	
	Auf je 1 ha Landfläche ist zulässig					
	tägliche Abwassermenge cbm	Einwohnerzahl	tägliche Abwassermenge cbm	Einwohnerzahl	tägliche Abwassermenge cbm	Einwohnerzahl
A. Rieselei ohne Drainage:						
Sand	34	250	170	1250	340	2500
Milder Lehm .	34	250	170	1250	250	1850
Strenger Lehm.	25	185	68	500	135	1000
Torf	ungeeignet	ungeeignet	ungeeignet	ungeeignet	ungeeignet	ungeeignet
Klaiboden . . .	17	125	34	250	102	750
B. Rieselei mit Drainage:						
Sand	51	375	170	1250	340	2500
Milder Lehm .	51	375	170	1250	340	2500
Strenger Lehm.	25	185	102	750	170	1250
Torf	25	185	68	500	135	1000
Klaiboden . . .	ungeeignet	ungeeignet	ungeeignet	ungeeignet	ungeeignet	ungeeignet

Die *Kosten* der Landberieselung betragen abzüglich der Überschüsse nach *Frühling* für 1 cbm zu reinigenden Abwassers in *Berlin* 2,2, in *Breslau* 0,68, in *Braunschweig* 1,6, in *Magdeburg* 0,46, in *Dortmund* 1,5 und in *Freiburg* 0,75 Pf.

Die *intermittierende Bodenfiltration* nach *Frankland* unterscheidet sich namentlich dadurch von der Berieselung, daß die Filtration in besonders vorbereiteten Sandflächen vorgenommen wird, welche mit weit mehr Abwasser beschickt werden können, als Rieselfelder, und trotzdem eine schöne Reinigungswirkung erzielen, bei denen dann jedoch auf landwirtschaftliche Ausnutzung der Pflanzennährstoffe, wie Bebauung der Flächen, verzichtet werden muß. In dem nordamerikanischen Staate *Massachusetts*[1]) wird dieses Verfahren mit gutem Erfolg seit einer Reihe von Jahren viel angewandt. Die Kosten dieses Verfahrens sollen nach *C. Henneking* erheblich geringer sein als beim Rieselbetrieb.

Die *Abwässerreinigung durch Fischteiche* bedarf noch eines kurzen Hinweises. Neuerdings hat man auch mit Erfolg die Abwässer in Fischteiche[1]) geleitet, so können z. B. Karpfen und Schleie bis zu 10 % Abwasser im gesamten Teichinhalt meist anstandslos vertragen. Die Fische entwickeln sich hierbei in der Regel auch gut.

Beseitigung und Verwertung der anfallenden Rückstände. Eine nicht geringe Bedeutung bei der Abwässerreinigungsfrage hat die zweckmäßige Entfernung der anfallenden Schlammassen. Dieser Punkt wird bei der Anlage von Entwässerungen von Gemeinden häufig noch viel zu wenig berücksichtigt. Die bei der Abwässerreinigung verbleibenden Rückstände sind Sandfangrückstände, Rechenrückstände und Klärbeckenschlamm und Schlamm aus Nachreinigungsbecken von biologischen Tropfkörperanlagen. Mit Ausnahme der letzteren sind sie alle mehr oder weniger fäulnisfähig. Vom Abwasserschlamm muß verlangt werden, daß er durch befriedigende Behandlung fäulnisunfähig und stichfest ist. Besonders durch die Arbeiten der *Emschergenossenschaft*[2]) sind auf diesem wichtigen Gebiete große Fortschritte zu verzeichnen. Die Schlammengen, mit denen man bei Kläranlagen zu rechnen hat, sind recht verschieden und betragen etwa 1 bis 4 Liter frischen Schlamm pro Kopf und Tag. Der Schlamm enthält etwa 90 bis 95 % Wasser und der Rest besteht zur Hälfte aus organischen und anorganischen Substanzen. Er bildet eine fäulnisfähige, klebrige, flüssige Masse, die zu recht unangenehmen Geruchsbelästigungen häufig Anlaß gibt. Die Hauptschwierigkeit bei der Behandlung des Schlammes liegt in seiner Entwässerung. Ist dieses erreicht, so erhält man ein geringes Volumen und ferner trotz des hohen Gehaltes an organischen Substanzen ein meist fäulnisunfähiges Produkt. Die Erfahrung lehrt, daß es bei der Schlammbehandlung von Vorteil ist, den Schlamm[3]) so schnell wie möglich vom Abwasser zu trennen und ihn dann besonders zu bearbeiten.

Trocknung des Schlammes. Die älteste und verbreitetste Art der Trocknung geschah durch Aufbringung des Schlammes auf Land. Dabei versickert ein Teil des Wassers in den Boden, und ein weiterer Teil verdunstet. Das Entwässern geht jedoch, bedingt durch die schleimige Beschaffenheit des Schlammes, nur sehr langsam vor sich. Bis der Schlamm völlig trocken ist, sind Monate, unter Umständen auch Jahre erforderlich. Die Folge davon ist, daß die Schlammlager, zumal im Sommer, sich durch einen recht unangenehmen Geruch bemerkbar machen. Man bekämpft die aus den Schlammlagern aufsteigenden Gärungsgase durch Bedecken der Lager mit Bedeckungsstoffen wie Torf, Teer usw. und hindert auch die Gärung durch Bedecken der obersten Schlammschicht mit Des-

[1]) *C. Henneking*, Die Abwässerreinigung mittels intermittierender Bodenfiltration in Nordamerika, insbesondere im Staate Massachusetts. Mitteilungen a. d. Königl. Prüfungsanstaalt f. Wasserversorg. u. Abwässerbeseitig., Berlin 1909, Heft *12*, S. 1.

[1]) *Hofer*, Fischteiche im Dienste der Reinhaltung unserer Gewässer, Gesundheit 1909, S. 200.

[2]) *Imhoff*, Die Schlammbehandlung in Emscher-Brunnen, Technisches Gemeindeblatt 1910, Bd. *13*, S. 13 u. *F. G. Spillner*, Die Trocknung des Klärschlammes. Mitteilungen a. d. Königl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorg. u. Abwässerbeseitig. Heft *14*, Berlin 1910, S. 27.

[3]) *R. Weldert*, Verhandlungen des 34. Westfälischen Städtetages am 4. u. 5. Oktober 1912 in Witten, S. 23 l. c.

infektionsmitteln wie Chlorkalk, Saprol usw. Da man den Schlamm im übrigen, wenn er nicht gar zu lange zu seiner Trocknung gebrauchen soll, in nicht zu hoher Schicht in die Lager bringen darf, so stellt sich der Schlammlagerbetrieb dadurch ziemlich teuer, daß man bedeutende Aufwendungen für Grunderwerb zu machen hat. So soll der *Emscherbrunnen*schlamm[1]) alle guten Eigenschaften des Faulraumschlammes in erhöhtem Maße besitzen. Sein Wassergehalt ist noch wesentlich niedriger als der des Faulraumschlammes. In *Göttingen* und *Kassel* wird der Schlamm mit Müll kompostiert.

Erheblich bessere Resultate hat man in jüngster Zeit durch Anwendung von *Zentrifugen* erzielt. In *Frankfurt a. M.*[2]), *Harburg*[3]) und *Hannover* wird der Klärschlamm durch Zentrifugen nach System *Schäfer-ter Meer*[4]) entwässert.

Bei an der See gelegenen Städten versenkt man den Schlamm meist weit hinaus ins Meer, z. B. in *London*.

Zu erwähnen ist schließlich noch die *Verwertung des Schlammes*. Der Schlamm enthält einen gewissen Gehalt an Pflanzennährstoffen, besonders Stickstoff. In der Trockensubstanz findet man im Mittel 2—3 % Stickstoff. Von Nachteil für die landwirtschaftliche Verwertung des Schlammes ist sein hoher Wassergehalt. Die Versuche, den Schlamm zu trocknen, und das Produkt als Poudrette zu verwenden, wird jetzt nur noch vereinzelt angewandt. Auch die *Fettgewinnung* aus Schlamm wird ebenfalls jetzt nur noch selten ausgeführt, z. B. in *Bradford*, da in wirtschaftlicher Hinsicht die Kosten zu groß sind. Gern wird der Schlamm mit Müll, Dung usw. zu Kompost verarbeitet, wie z. B. in *Stuttgart*, und alsdann landwirtschaftlich verwertet. Mit Erfolg wird neuerdings die Vernichtung des Schlammes durch *Feuer*, sowohl durch einfache Verbrennung als auch durch Vergasung, betrieben, wobei die gewonnene Wärme oder die Gase zur Gewinnung anderer Energie ausgenutzt werden. Läßt sich der Schlamm so ohne weiteres nicht verbrennen, so müssen brennbare Substanzen, wie Braunkohle, Torf usw. zugefügt werden. Für *Pforzheim* ist gleichfalls die Schlammverbrennung zusammen mit der Müllverbrennung vorgesehen. In *Cöpenick* bei Berlin[5]) wird der Kohlebreischlamm im großen vergast. Das gewonnene Kraftgas wird in Elektrizität umgewandelt.

[1]) *Imhoff*, Die Schlammbehandlung in Emscher-Brunnen, Techn. Gemeindeblatt 1910. Bd. *13*, S. 193.

[2]) *J. Tillmans*, Die Kläranlagen in Frankfurt a. M., Wasser u. Abwasser, Bd. *1*, 1909, S. 320.

[3]) *Reichle* u. *Thiesing*, Versuche mit dem Schlammschleuderapparat *Schäfer-ter-Meer* (D. R.-P.) in der Schlammschleuderanlage in Harburg a. E., Mitteilungen a. d. Königl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorg. u. Abwässerbeseitig., Berlin 1908, Heft *10*, S. 174.

[4]) *G. ter Meer*, Selbsttätig wirkende Schleudermaschine zur Trocknung der Rückstände städtischer Kanalisationswässer. Wasser u. Abwasser 1911. Bd. *3*, S. 454.

[5]) *R. Weldert* u. *C. Reichle*, Untersuchungen über die Kohlebreikläranlage der Stadt Cöpenick, Mitteilungen a. d. Königl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorg. u. Abwässerbeseitig. Berlin 1912. Heft *16*, S. 1.

Zum Schluß seien noch einige Worte über die *Desinfektion des Abwassers* gesagt. Daß Abwässer sehr bakterienhaltig sind, dürfte wohl ohne weiteres einleuchtend sein. Nach *A. Schmidtmann*[1]) ist die ständige Verbindung der Desinfektion mit dem Betrieb zentraler Kläranlagen nicht empfehlenswert; sie ist auf Ausnahmefälle (Epidemien) zu beschränken. Die Vernichtung der Infektionsstoffe ist im allgemeinen am Orte ihrer Entstehung durchzuführen, jedoch schon bei der Anlage zentraler Kläreinrichtungen ist die Möglichkeit einer etwa erforderlichen Desinfektion des Gesamtabwassers vorzusehen. Zu diesem Zweck ist bei Becken- und Brunnenanlagen die Möglichkeit einer Hintereinanderschaltung anzuwenden. Bei biologischen Tropfkörperanlagen sind die Nachklärbecken verwertbar zur Desinfektion. Wo baulich die Desinfektionsmöglichkeit nicht sichergestellt werden kann, ist Land bei der Anlage bereit zu halten, auf dem hierfür besondere Desinfektionsbecken hergerichtet werden können.

Die Desinfektion der Rohabwässer ist unsicher und auch kostspielig, wegen des großen Bedarfes an Chemikalien; es empfiehlt sich deshalb, die Desinfektion an den geklärten Abwässern vorzunehmen. Bei der Verwendung der Vorreinigungsanlagen für biologische Körper zu Desinfektionszwecken ist zu berücksichtigen, daß die Körper in ihrer Wirkung nicht nachteilig beeinflußt werden. Eine regelmäßige sachverständige Untersuchung der Abflüsse der Kläranlage und des Vorfluters gibt ein richtiges Bild von der Wirkung der Anlage. Der Umfang und die Art der Untersuchung richtet sich nach dem jeweiligen Klärverfahren. Als Desinfektionsmittel wird in der Mehrzahl der Fälle *Chlorkalk*[2]) benutzt.

Das große Gebiet der Reinigung des *gewerblichen Abwassers* ist im vorstehenden aus Raummangel nicht berücksichtigt worden. Hierüber soll später einmal näher berichtet werden. Im vorstehenden handelt es sich fast nur um die Reinigung häuslicher Abwässer.

Die Entwicklung unserer Naturerkenntnis.

Von Dr. Hans Arnold, Charlottenburg.

Die eminente Wandlung, die sich in unserem äußeren Leben während der letzten hundert Jahre vollzogen hat, ist durch einen Aufschwung in der Technik veranlaßt, wie er, verglichen mit früheren Zeiten, bisher noch nicht da gewesen ist. Die Technik ihrerseits hat ihre schnellen Erfolge der

[1]) *A. Schmidtmann*, Bericht über die Erfolge der mechanischen, chemischen und biologischen Abwässerklärung, Vierteljahrsschrift f. gerichtl. Medizin u. öffentl. Sanitätswesen, Berlin 1908, Bd. *35/2*, 3. Folge, S. 336.

[2]) *Dunbar*, Leitfaden für die Abwasserreinigungsfrage, 2. Aufl., München u. Berlin 1912, S. 540.

Physik und der Chemie zu danken. Wodurch ist nun dieser in der Geschichte menschlicher Geistesarbeit unerhörte Fortschritt eingetreten? Welche Umstände haben ihn verursacht? Vermögen wir uns überhaupt Rechenschaft davon zu geben, aus welchem Grunde gerade unser letztes Jahrhundert seine Vorgänger soweit übertroffen hat, und wie sich in ihm so viele große Entdeckungen zusammendrängen konnten? Gedacht und geforscht wurde ja, solange menschliche Überlieferung zurückreicht, und obwohl sich die Erwerbung von Kenntnissen ständig erleichtert hat und somit die Zahl der in den Wissenschaften tätigen Menschen stetig gestiegen ist, kann man doch nicht behaupten, daß der Prozentsatz der genialen Forscher seit den Tagen der *Pythagoras, Archimedes, Hipparch, Galilei* und *Newton* gewachsen ist. Zwar waren nicht alle Zeitabschnitte der Entwicklung der Wissenschaften in gleicher Weise günstig, wie sich zum Beispiel aus dem Fehlen erheblicher naturwissenschaftlicher Fortschritte im Mittelalter bis zu den Tagen der Renaissance zeigt[1]). Auch mag die Verteilung der großen Männer auf die Jahrhunderte nicht ganz gleichmäßig sein[2]). In keinem Falle läßt sich erweisen, daß im 19. Jahrhundert soviel mehr geniale Menschen gelebt haben als in den vorhergehenden Jahrhunderten. In der größeren Häufigkeit der Genies kann also der Grund unserer jüngsten schnellen Entwicklung nicht liegen.

Betrachtet man andererseits die Geschichte der Physik und die Geschichte der Chemie bis zum 19. Jahrhundert, so findet man, daß die beiden Schwesterwissenschaften sich nicht gleichzeitig und parallel entwickelt haben, sondern daß ihr Werdegang ein völlig verschiedener ist. „Wenn man Zufälligkeiten nicht in Betracht zieht", sagt *Louis Poincaré* in seiner „Modernen Physik", „sieht man, daß die Physik in der Tat ihre Fortschritte mehr durch Evolution als durch Revolution macht. Ihr Weg ist kontinuierlich, die Tatsachen, welche zur Entdeckung der Theorien führen, bestehen fort, verknüpfen sich weiter, wenn diese Theorien längst verschwunden sind." Tatsächlich haben sich unsere physikalischen Kenntnisse seit der Mechanik des *Archimedes* und besonders seit den Discorsi *Galileis* in systematischer Evolution entwickelt. Ganz anders die Chemie. Zwar besitzt man von den ältesten Zeiten an ein gewisses Maß praktischer Kenntnisse, die Funde und Überlieferungen aus dem Altertum lassen auf Anwendung einiger chemischer Reaktionen schließen. Aber von einer wissenschaftlichen Erkenntnis ist bis zu den Tagen *Robert Boyles*, also bis zur Mitte des 17. Jahrhunderts, nichts zu spüren. Auch von *Boyle* ab folgt Revolution auf Revolution. Alle Vorstellungen erweisen sich mit den Erfahrungen nicht im Einklang, alle Theorien sind unhaltbar. Erst *Lavoisier* am Ende des 18. Jahrhunderts hat uns das Fundament geliefert, auf dem wir weiterbauen konnten. Von dieser Zeit an setzt nun eine Entwicklung in der Chemie ein, wie sie in der Geschichte der Wissenschaften beispiellos ist.

Gerade dieser ganz verschiedene Werdegang der so nah verwandten Wissenschaften, den wir später noch im einzelnen betrachten wollen, soll die Erklärung dafür liefern, daß die Leistungen im 19. Jahrhundert in so gewaltigem Maße diejenigen der früheren Zeiten übertroffen haben. Dazu ist jedoch nötig, daß wir auch die Mathematik in unsere Betrachtungen einbeziehen. Denn nicht nur die Physik bedient sich der mathematischen Sprache, sondern auch die Chemie, nachdem seit *Lavoisier* die quantitative Seite für die zu untersuchenden Erscheinungen in den Vordergrund getreten war. Zur Formulierung und Anwendung allgemeiner Gesetze können wir der Mathematik nicht entraten. Sie hat sich gerade am Anfang der modernen Forschung als mächtiges neues Hilfsmittel erwiesen, und so müssen wir auch ihre Quellen betrachten.

Wollen wir auf die ersten systematischen Ansätze zur Erforschung der Natur zurückgehen, so müssen wir bei den Griechen beginnen, nicht nur weil wir von ihnen die ersten sicheren Überlieferungen haben, sondern auch weil sie als die ersten ihrer Phantasie die Zügel der wissenschaftlichen Erkenntnis anlegten. Sie haben uns einen so reichen Schatz von Vorstellungen und Kenntnissen hinterlassen, daß es von Interesse ist, bei der Forschungsmethode dieses geistig hoch entwickelten Volkes einen Augenblick zu verweilen. Dabei fällt uns sofort auf, daß wir das bewußt angestellte Experiment nicht finden, wohl aber die intensive Beschäftigung mit mathematischen Problemen, die auch in ihrem philosophischen System, besonders bei den Eleaten und *Pythagoras* eine große Rolle spielen. Die Paradoxe vom fliegenden Pfeil und von Achilles und von der Schildkröte enthalten mehr als ein bloßes Spielen mit der Unendlichkeit und sind bis in die neueste Zeit Gegenstand mathematischer Forschung und Diskussion geblieben. Betrachten wir aber die mathematischen Leistungen der Griechen genauer, so finden wir, daß sie sich auf die Geometrie und die Stereometrie beschränkten, während sie in der Algebra kaum Erfolge aufzuweisen haben. Ein Wort *Henri Poincarés* ist hier von Interesse[1]): „Wir müssen den mathematischen Gedanken da suchen, wo er rein geblieben ist, das ist in der Arithmetik." Sollten demnach die Leistungen der Griechen nicht „rein" mathematisch sein? Ist es nicht zufällig, daß die Griechen in der Geometrie und Stereometrie weit mehr wußten, als sie etwa zur Lösung ihrer physikalischen oder praktischen Probleme bedurften? Denken wir nur an die Kenntnis des *Archimedes* von den Kegelschnitten. Daß ihre mathematische Denkweise rein geometrisch war, daß ihnen Identifizierung von geometrischen Größen mit Zahlen fern lag, hat neuerdings *Lindemann* in seinen Vorlesungen über die nichteuklidische Geometrie bestätigt, indem er nachwies, daß der euklidische Grundsatz: „zwei Größen, die ein und derselben dritten gleich sind, sind untereinander gleich", bei

[1]) Näheres hierüber findet sich in dem interessanten Werk von *de Candolle*, Zur Geschichte der Wissenschaften und der Gelehrten. Deutsch von *Wilhelm Ostwald*, Sammlung großer Männer, *II.* Band.

[2]) *Walther Rathenau*, Zur Kritik der Zeit, S. 44 und 53 ff.

[1]) *Henri Poincaré*, Wissenschaft und Hypothese, S. 5.

Euklid eine rein geometrische Bedeutung habe, obwohl er gewöhnlich analytisch auf Zahlengrößen bezogen wird[1]). Dieser Satz ist nichts anderes als eine Definition der Gleichheit geometrischer Figuren, die nicht direkt aufeinander gelegt werden können. Wie schwerfällig waren andererseits die Griechen, sobald sie sich auf dem Gebiet des rein Rechnerischen bewegen sollten. Ihr ausgeprägter Sinn für das Formale, ihr Streben nach Strenge des Beweises, das sie oft uns unnatürlich erscheinende Umwege einschlagen ließ, war die Veranlassung, daß man häufig ihre Begabung als rein spekulativ bezeichnet hat. Hier scheint mir jedoch, daß von einer typischen Begabung nicht gesprochen werden kann, daß vielmehr ein weit tieferer Grund für die so verschiedenwertigen Leistungen in den beiden Gebieten der Mathematik vorliegt. Für das Erkennen von der Entwicklung der Naturwissenschaften ist die Trennung der Mathematik bei den Griechen von größerer Bedeutung, als es bisher angenommen wurde.

Versuchen wir es, uns über die Reihenfolge der Schwierigkeiten klar zu werden, die sich bei der Beobachtung und Erforschung der Natur der Menschheit entgegengestellt und eine verschiedene Entwicklung der einzelnen Wissenszweige bewirkt haben, so finden wir, daß wir auf Grund der bisherigen Klassifikationsprinzipien nicht zu einer tieferen Einsicht gelangen können. Wir stellen die exakten Wissenschaften, die sich der Hilfe der Mathematik bedienen, nämlich die Physik und Chemie den beschreibenden Wissenschaften wie Botanik und Zoologie gegenüber. Der Mathematik in ihrer Gesamtheit aber wird die Rolle einer Hilfswissenschaft zugewiesen. Eine solche Klassifizierung gestattet jedoch eine natürliche Erklärung der allmählichen Entwicklung der Wissenschaft nicht, sondern zwingt dazu, wie dargelegt, mit imponderablen Annahmen von speziellen Begabungen zu arbeiten. Bei allen Völkern aber hat sich mit zunehmender Kultur der Verstand stetig in der Richtung vom Einfachen zum Komplizierten entwickelt. Wohl haftet jeder Klassifizierung eine gewisse Willkür an, wohl treten dabei stets die Interessen der Zeit, in der diese Klassifizierung vorgenommen wird, in den Vordergrund. Wir jedoch haben, wenn wir im folgenden eine andere Einteilung zugrunde legen, nicht nur den Vorzug, daß wir die notwendige und natürliche Entwicklung unserer Kenntnisse klar zu übersehen vermögen, wir sind auch zu dieser Einteilung dadurch berechtigt, daß die Griechen, wenn auch unbewußt, denselben Weg gegangen sind. Trennen wir einmal die unter dem Namen Mathematik vereinigten Wissenschaften, die Geometrie und Stereometrie, die ich die anschauliche Mathematik nennen will, von der Arithmetik, betrachten wir die anschauliche Mathematik für sich und definieren wir sie als die Lehre von der Gestalt der Körper, dann kommen wir zu einer ganz anderen Auffassung von der Einteilung unseres Wissensstoffes, die den Vorzug hat, daß wir die verschiedenen Schwierigkeiten bei der Erforschung der einzelnen Gebiete klar erkennen können, weil wir den historischen und gleichzeitig weit natürlicheren Weg gehen. Wir teilen danach das Studium der Natur, wie folgt, ein:

1. Die Lehre von der Gestalt der Körper (Geometrie und Stereometrie) oder anschauliche Mathematik,
2. die Lehre von der Bewegung der Körper (Physik),
3. die Lehre von der stofflichen Zusammensetzung der Körper (Chemie).

Bei allen drei Teilen der Naturwissenschaft stehen die Erscheinungen untereinander in zahlenmäßiger Beziehung und müssen sich daher der Arithmetik, das ist der unanschaulichen Mathematik als Hilfswissenschaft bedienen.

Bevor wir jedoch auf die drei Kategorien näher eingehen, müssen wir unser Prinzip noch etwas genauer betrachten und zusehen, wieweit es sich mit unseren heutigen Anschauungen in Einklang befindet. Zwischen der einfachen Auffassung, wie wir sie zur Erklärung der Entwicklung unserer Naturerkenntnis bedürfen, und unserer heutigen Anschauung, wie wir sie bei *Helmholtz, Mach, Poincaré, Ostwald* und *Planck* finden, liegt eine ungeheure Entwicklungsreihe. Für unseren Verstand besteht heute zwischen der anschaulichen Mathematik und den Naturwissenschaften im engeren Sinne ein erheblicher Unterschied, der uns zeigt, was die Geometrie und Stereometrie mit der Arithmetik verbindet. Während wir in der Physik und Chemie von der Erfahrung ausgehen müssen, haben wir in der Mathematik die Möglichkeit der Konstruktionen. Obwohl uns zweifellos bei der Aufstellung der geometrischen Axiome die Erfahrung geleitet hat, können wir hier eine Wissenschaft schaffen, in welcher der Verstand souverän herrscht. Er kann in der Mathematik befehlen, in der Natur nicht. Für uns aber, die wir die verschiedene Entwicklung der einzelnen Wissenschaften von Anbeginn menschlicher Forschung an verstehen, und die wir die Gegenwart aus der Vergangenheit heraus begreifen wollen, ist die Frage noch nicht aktuell, ob die geometrischen Axiome sich auf das Prinzip des Widerspruchs zurückführen lassen, ob sie aus der Erfahrung geschöpft sind, ob sie synthetische Urteile a priori sind, oder ob sie, was wir seit den Forschungen von *Gauß, Lobatschewsky, Beltrami, Riemann* und *Poincaré* glauben annehmen zu können, verkleidete Definitionen sind. Uns interessiert lediglich die Gestalt der Körper, wie sie in der Natur zu sehen sind.

Dieselbe Richtung ist auch für den zweiten Punkt maßgebend, den wir jetzt besprechen wollen. Bei der physikalischen oder chemischen Änderung, die ein System erleidet, interessieren heute nicht mehr die Beschreibungen der dabei auftretenden Erscheinungen, sondern vielmehr die Ursachen, die diese Erscheinungen bewirken und ihre Berechnung gestatten. *Leonardo da Vinci* hat dies schon deutlich ausgesprochen. „Keine Wirkung in der Natur ist ohne Ursache, begreife die Ursache, und

[1]) *Lindemann*, Vorlesungen über Geometrie unter Benutzung der Vorträge von *Alfred Clebsch*. *II*, 1, S. 555.

du brauchst kein Experiment." Von da bis zu unserer jetzigen Lehre von den verschiedenen Formen der Energie ist ein großer Schritt, und doch ist uns, wie die Lehrbücher der Physik und Chemie zeigen, dieser Standpunkt noch keineswegs geläufig. In der Chemie findet man zahlreiche Werke, die sich nur auf die Beschreibung der Verbindungen beschränken und die allgemeinen Gesichtspunkte, die sich aus der Betrachtung der Änderungen eines Systems unter dem Einfluß der chemischen Energie ergeben, außer acht lassen. Erst die Schriften *Ostwalds* haben hier Wandel geschaffen. Als Beispiel dafür sind besonders interessant seine „wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie", die diese Disziplin von einer Kunst, bei der Handfertigkeit und Erfahrung ausschlaggebend waren, zu einer Wissenschaft gemacht haben. Auch in der Physik ist die alte Fünfteilung des Stoffes in Mechanik, Akustik, Wärmelehre, Optik und Elektrizität beibehalten worden, und das einzige mir bekannte allgemeine Lehrbuch, in dem die verschiedenen Formen der Energie bei der Einteilung berücksichtigt sind, ist das vortreffliche Werk des Russen *Chwolson*, das auch in deutscher Übersetzung erschienen ist. Die theoretische Physik hingegen trennt schon, seitdem sich die Faraday-Maxwellsche elektromagnetische Theorie des Lichts Anerkennung verschafft hat, nicht mehr Elektrizität und Optik, sondern spricht von einer Physik des Äthers. Was uns besonders hieran von Wichtigkeit ist, ist die Berechtigung, von unserem Standpunkt aus von der Physik als von der Lehre von der Bewegung der Materie sprechen zu können, da wir die subtileren Erscheinungen der Wärme-, Licht- und Elektrizitätsstrahlung als Deformationen und Perturbationen des Äthers auffassen dürfen.

Nachdem wir nunmehr die Berechtigung unseres Klassifikationsprinzips erkannt haben, kehren wir zur Betrachtung der Entwicklung unserer Kenntnisse in den einzelnen Kategorien zurück. Wir sehen leicht ein, daß die Schwierigkeiten, die sich dem Forscher darbieten, um so größer sein müssen, je weniger die einfache Beobachtung genügt und je mehr planvoll angelegte Versuche erforderlich sind. Diesen Gedanken gibt *Henri Bergson* in seinem Werke „L'évolution créatrice"[1]) folgenden Ausdruck: „. . . . daß eben deshalb unser Intellekt seine Triumphe in der Geometrie feiert, wo die Verwandtschaft von logischem Denken und lebloser Materie offenbar wird, und wo der Intellekt, nach geringst möglicher Berührung mit der Erfahrung, einfach nur seiner natürlichen Bewegung zu folgen braucht, um von Entdeckung zu Entdeckung zu schreiten, immer gewiß, daß die Erfahrung hinter ihm her marschiert, um ihm unwandelbar recht zu geben." So kam es, daß im Kindesalter der menschlichen Erkenntnis Erfahrungen, die erst durch komplizierte Versuche erworben werden mußten, nicht gemacht wurden, sondern daß die Untersuchungen sich auf die Gestalt der Körper, die Geometrie und die Stereometrie, erstreckten. Die Mathematik war in jener Epoche den Naturwissenschaften überlegen, und es ist schon an die Kenntnisse von den Kegelschnitten erinnert, die in der antiken Mechanik und Astronomie praktisch noch gar nicht verwertbar waren. Mit den soeben entwickelten Anschauungen, daß die Alten zunächst diejenigen Naturerscheinungen in den Kreis ihrer Betrachtung zogen, die sich von selbst der Beobachtung darbieten, stimmt es überein, daß die Astronomie bei ihnen hoch entwickelt war. Nicht spekulative Begabung war es, nicht Mangel an Beobachtungsgabe, die man den Hellenen mit ihrer herrlichen Kunst wirklich nicht vorwerfen konnte, auch nicht ein Nichtbegreifen der Methoden oder der Mittel der Forschung, was schuld an den geringen Leistungen in der Physik und Chemie war, vielmehr bot sich ihnen aus der Betrachtung der Außenwelt ein so reiches Forschungsgebiet, die Diskussion über die Ergebnisse füllte ihr Interesse so völlig aus, daß Probleme, zu deren Lösung erst Anstellung von Versuchen erforderlich war, zurücktreten mußten. Die Wunder des Himmels zeigten sich ihnen stets aufs neue, ohne daß sie selbst Experimente anzustellen hatten, und reizten ihr Nachdenken. Die regelmäßigen Bewegungen, die sich an der Himmelskugel vollzogen, die Gestalten von Sonne und Mond, die Form des Erdschattens, wie er bei Mondfinsternissen erschien, all das führte zu dem systematischen Aufbau einer Wissenschaft. Zudem ließen sich hier die Kenntnisse in der Mathematik verwerten, und umgekehrt empfing die Mathematik aus der Beobachtung der Himmelsbewegungen manche Anregung. Um den Unterschied zwischen der hohen Blüte der Astronomie und dem Tiefstand der experimentellen Naturwissenschaften zu erkennen, wollen wir in folgendem kurz die positiven Kenntnisse der verschiedenen Gebiete vergleichen.

Während das Altertum an bedeutenden Physikern nur den *Archimedes* aufzuweisen hat, finden wir eine ganze Reihe von hervorragenden Himmelsbeobachtern. Schon die Anfänge griechischen Denkens zur Zeit des *Thales* und *Anaximander* waren naturphilosophisch und galten der Frage von der Entstehung und dem Aufbau der Welt. Die Idee der Sphären und der Sphärenmusik finden wir bei *Pythagoras*, weiter ausgebildet bei *Platons* trefflichem Freund *Eudoxus*. Den *Hipparch* von Nicäa, der um 150 v. Chr. lebte, können wir bereits als Begründer der wissenschaftlichen Astronomie ansprechen. Nach seinen Tabellen ist es uns heute nach zweitausend Jahren noch möglich, den Mondwechsel auf einen Tag genau anzugeben. Auf *Hipparch* stützte sich dann *Ptolemäus*, dessen System eineinhalb Jahrtausende bis zu den Tagen des *Kopernikus* Geltung behielt. Es gestattete in wunderbarer Geschmeidigkeit die Erklärung der komplizierten Bewegungen der Sonne, des Mondes und der Planeten; die Rückläufigkeit, die Neigung der Planetenbahn gegen die Ekliptik, die Exzentrizität von Sonne und Mond, all das fügte sich dem System der Zyklen und Epizyklen ein, das uns wie ein kunstvolles Uhrwerk erscheint. Wir begreifen es, daß das Buch, in dem *Ptolemäus* seine Erfah-

[1]) In deutscher Übersetzung unter dem Titel „Schöpferische Entwicklung" erschienen.

rungen niederlegte, der Almagest, (in arabischer Übersetzung) lange Zeit eine Verehrung genoß wie die Bibel.

Mit diesem hohen Stand, wie ihn die Astronomie und die anschauliche Mathematik einnahmen, konnten sich die übrigen Zweige der Naturwissenschaften nicht vergleichen. An physikalischen Kenntnissen ist vor *Archimedes* so gut wie nichts vorhanden. Bei dem bekanntesten gelehrten Sammler des Altertums, bei *Aristoteles*, dem „Leser", wie ihn *Platon* nennt, findet sich eine recht dürftige Begründung des Hebelgesetzes, und wir können annehmen, daß ein besserer Beweis seinem Sammeleifer nicht entgangen wäre. Was nun die Leistungen des *Archimedes* anbetrifft, so beschränken sie sich, soweit wir es nachprüfen können, lediglich auf die Probleme der Statik, nämlich auf die Lehre vom Gleichgewicht und vom Schwerpunkt. Nirgends findet sich ein Fingerzeig für eine lebendige Entwicklung, vielmehr ist das Bekannte in starre, schwerfällige Formen gezwängt.

Von dem Anfang einer chemischen Wissenschaft ist überhaupt nichts zu bemerken. Es sind zwar einige empirische Kenntnisse in der Metallurgie, Töpferei, Glas- und Seifenbereitung sowie in der Färberei vorhanden. Aber diese interessieren die Denker, die über die Zusammensetzung und den Aufbau der Körperwelt spekulieren, die *Demokrit, Empedokles, Aristoteles*, nicht. So wichtig uns auch heute die Aufstellung einer Atomtheorie bei den Eleaten und später bei *Lukrez* ist, so wenig darf man sie als positive Leistungen für die damalige Naturwissenschaft in Anschlag bringen. Was andererseits *Plinius und Dioskorides* vom Wissen ihrer Zeit sammelten, war eine kompilatorische Zusammenstellung, in der Geschichten von Jägern und Seeleuten, eigene Beobachtungen und Sagen miteinander vermischt waren. Eine systematische Verwertung im Sinne der Begründung einer Wissenschaft war aus diesem Werke nicht möglich. Wir haben also gesehen, daß die Entwicklung unserer naturwissenschaftlichen Kenntnisse sich bei den Griechen unabhängig von einer speziellen Begabung in ganz natürlicher Weise vollzogen hat. Was sich der Beobachtung ohne weitere Experimente bot, wurde erforscht, alles andere wurde vernachlässigt. So mußte denn die Entwicklung der Physik und Chemie einer späteren Epoche vorbehalten bleiben.

(Schluß folgt.)

Besprechungen.

Müller, Aloys, Das Problem des absoluten Raumes und seine Beziehung zum allgemeinen Raumproblem. Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1911. *X*, 154 S. Preis geb. M. 4,80.

Die Diskussion über das Wesen des Raumes hat das eigentümliche, daß sie seit den ältesten Zeiten immer wieder von neuem einsetzt, anscheinend sicher gewonnene Erkenntnis umwirft oder doch wesentlich umgestaltet und durch den Fortschritt an tatsächlichem Wissen oder formaler Spezialkenntnis immer wieder neue Nahrung erhält. Dabei rollen sich immerfort neue Einzelprobleme auf, von denen sich dann herausstellt, daß die Stellungnahme zu ihnen nicht nur sie selbst betrifft, sondern das Raumproblem als solches. In neuester Zeit ist beispielsweise die Frage nach dem relativen oder absoluten Raume wieder akut geworden, nachdem sich gezeigt hat, daß gewisse Ergebnisse der Physik — und zwar negative Ergebnisse aus der Optik — zur Annahme des Relativitätsprinzips beinahe zwingen, wenigstens so lange, bis ein anderer Ausweg gefunden ist.

Unter diesen Umständen ist es sehr dankenswert, daß der Verfasser der vorliegenden Schrift es unternommen hat, das Problem des absoluten Raumes ganz systematisch aufzubauen und zu zeigen, wie scharf man hier zwischen den einzelnen Fragestellungen und Begriffsbildungen unterscheiden muß, will man nicht Gefahr laufen, das Problem, statt es zu entwirren, heillos zu verwirren — eine Gefahr, der selbst hervorragende Schriftsteller auf diesem Gebiete unterlegen sind. Freilich hat diese kritische Schärfe zugleich den Nachteil, daß man sich fragen muß, welchen Leserklassen das vorliegende Buch zu Danke geschrieben sein möchte; zu Danke in dem doppelten Sinne, daß sie es einerseits verstehen und doch anderseits billigen; auf Gebieten wie dem vorliegenden schließt das eine das andere beinahe aus. Denn das darf nicht verschwiegen werden: besonders tröstlich ist der Ausklang des Buches nicht gerade, es ergibt sich eigentlich, daß das Problem unlösbare Antinomien in sich birgt, daß der absolute Raum zwar völlig unbrauchbar für die Physik ist, daß er aber von ihren logischen Grundlagen aus in gewissem Sinne gefordert wird; daß der Raum zwar nach *Kant* eine Anschauungsform, also subjektiv ist, daß er aber — und auch wieder nach *Kant* — durch objektive Faktoren mitbestimmt ist; daß endlich der absolute Raum zwar vom formalen und allenfalls noch vom physikalischen Standpunkte aus ein einheitlich bestimmter Begriff ist, nicht aber mehr vom philosophischen Standpunkte aus. Zu welchem dieser möglichen Begriffe des absoluten Raumes man gelangt, das hängt von der Interpretation ab, die man dem aus dem physikalischen Raume geformten Weltbilde gibt. Und schließlich erweist sich die ganze, wenn auch noch so scharfsinnige und geistvolle Analyse und Synthese im Grunde doch als ein erkenntnistheoretischer Zirkel, der keinen Anfangspunkt und keinen Endpunkt hat, und bei dem man es sich genug sein lassen muß, ihn als geschlossenes Ganze zu betrachten und zu genießen.

Natürlich ist hier die Quintessenz des Problems ein wenig hart und übertrieben ausgedrückt; und es ist vielleicht am besten, ihr die Ausdrucksweise des Verfassers selbst an die Seite zu stellen; aus dem Vergleiche wird sich dann schon ergeben, daß die Schlußkritik die gleiche ist; nur daß sich aus den Worten des Verfassers zugleich der interessante Gang der Untersuchung in seinen einzelnen Etappen erkennen läßt; und gerade das wird es rechtfertigen, daß dieser etwas umfangreiche Passus hier fast unverkürzt wiedergegeben wird.

Der Begriff des absoluten Raumes ist kein eindeutiger Begriff, sondern von dem Standpunkte abhängig, den man einnimmt; seine Theorie hat zu zeigen, in welchen Formen und Zusammenhängen der Begriff auftritt.

Sieht man vorläufig von den Hypothesen der Physik (Elektronentheorie usw.) ab, so erweist sich der Begriff des absoluten Raumes nicht als physikalisch brauchbar. Eine andere Frage aber ist es, ob der Begriff von der Theorie der logischen Grundlagen der Physik gefordert wird. Geht man von dem auf das phoronomische Relativitätsprinzip gegründeten und in sich widerspruchslosen Weltbilde aus, so findet man, daß es einer Ergänzung bedarf, und zwar durch das Inertialsystem,

das mit dem absoluten Raume identisch ist unter den drei Bedingungen, daß man 1. auf dem erkenntnistheoretisch neutralen, 2. auf dem phoronomisch-dynamischen Standpunkte bleibt und 3. den Begriff des absoluten Raumes mit Hilfe des Neumannschen Körpers definiert; dieser phoronomisch-dynamische Raumbegriff wird also von den Grundlagen der Physik gefordert. Verläßt man ihn und legt dem Raume die Eigenschaft der Unabhängigkeit von den Dingen bei, so entsteht der physikalische absolute Raum; er charakterisiert die absolute Bewegung als einen Grenzfall der relativen. Gibt man auch noch den erkenntnistheoretisch neutralen Standpunkt auf, so entwickelt sich der philosophische Begriff des absoluten Raumes, der sich, wenn man den Raum überhaupt als eine Synthese aus subjektiven und objektiven Faktoren ansieht, auf den substantiellen Charakter eben dieser transzendenten Raumfaktoren stützt. Fügt man endlich die physikalischen Hypothesen der Elektronentheorie, des elektromagnetischen Weltbildes und der Identität des Äthers mit dem Raume hinzu, so gewinnt der absolute Raum für die Physik als solche Bedeutung, indem er die teils von philosophischen, teils von physikalischen, teils von ökonomischen Motiven geforderte Grundlage des umfassendsten und einheitlichsten physikalischen Weltbildes wird. Und von der metaphysischen Interpretation dieses Weltbildes wird es alsdann abhängen, zu welchem philosophischen Begriffe des absoluten Raumes sich dieser physikalische umformt; z. B. wird er bei Anerkennung transzendenter Realitäten identisch mit dem aus rein philosophischen Erörterungen hervorgehenden. Freilich erklärt die Relativitätstheorie, daß auch dieser Raumbegriff in der Physik keinen Platz hat. Nimmt man gar die empirische Existenz eines nichteuklidischen Raumes an, so wird der physikalische absolute Raum der Spielball aller möglichen metaphysischen Deutungen.

Dieser Bericht kann nicht ohne die Bemerkung abgeschlossen werden, daß das vorliegende Buch trotz des unbefriedigenden Ausgangs eine sehr gewinnbringende Lektüre bietet; und es ist so geschrieben, daß, bei aller Schwierigkeit der Denkoperationen, doch der gebildete und opferwillige Naturforscher den Entwicklungen zu folgen vermag.

Felix Auerbach, Jena.

Haberlandt, G., Zur Physiologie der Zellteilung. Sitz.-Ber. der Kgl. Akad. d. Wiss., *XVI*. Berlin, 1913. S. 318—345.

Die auch in weiteren Kreisen bekannt gewordenen Untersuchungen über das Weiterleben und Wachstum von Geweben außerhalb des körperlichen Zellverbandes in künstlicher Kultur gingen aus von den Versuchen *Harrisons* (1907) über das Wachstum des zentralen Nervensystems von Froschembryonen in vitro. *A. Carrel* und *M. T. Burrows* (vide Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden, 1912, *V*, 836, *VI*, 519) arbeiteten die Methode weiter aus, so daß es dann möglich wurde, „außerhalb des Organismus sowohl ausgewachsene als auch fötale Gewebe und Säugetiertumoren zu züchten". Schon früher hatte man aber botanischerseits Ähnliches erreicht. 1902 berichtete *Haberlandt* in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie über „Kulturversuche mit isolierten Pflanzenzellen". Blattfragmente der Hochblätter von Lamium purpureum wurden in einen Tropfen Nährlösung (als Nährlösung dienten Wasserleitungswasser, Knopsche Lösung, ohne und mit Zusatz von Rohrzucker, ein- bis fünfprozentige Rohrzuckerlösung, Traubenzuckerlösungen, Glyzerin, Asparagin und Pepton in wechselnden Konzentrationen) so lange zerzupft, bis isolierte Pallisaden und Schwammparenchymzellen vorlagen. Derartig präparierte und aufbewahrte Zellen blieben in diffusem Tageslichte wochenlang am Leben, am längsten in Knopscher Lösung mit einem Prozent Rohrzucker. Auch ein Wachstum konnte zumeist festgestellt werden, insofern als die einzelnen Zellen das Vielfache ihres ursprünglichen Volumens erreichten. In manchen Fällen trat auch eine Verdickung der Zellmembran ein. Zellteilungen aber, deren physiologische Ursachen ja gerade durch diese Versuche gefunden werden sollten, Zellteilungen, wie sie andererseits isolierte tierische Gewebsteile in vitro ausgiebig gezeigt hatten, traten in diesen Versuchen von *Haberlandt* nicht ein. Damals stellte *Haberlandt* die Hypothese auf, daß vielleicht „Wuchsenzyme" im Sinne von *Beyerinck* bei den Zellteilungen eine wesentliche Rolle spielen, „Solche Wuchsenzyme könnten in Vegetationsspitzen, Pollenschläuchen oder Embryosäcken enthalten sein. Wenn es gelänge, sie in geeigneter Weise auf isolierte vegetative Zellen einwirken zu lassen, so würde es möglicherweise zu den gewünschten Zellteilungen kommen." *Winkler* wies anläßlich einer Besprechung der Haberlandtschen Arbeit auf Kulturen pflanzlicher Gewebe in vitro hin, die er angestellt, aber bis jetzt nicht veröffentlicht hat. „Erstes Erfordernis — schreibt *Winkler* — für das Gelingen der Kulturversuche ist eine Methode, die es ermöglicht, die Zellen aus dem Gewebsverbande zu trennen, ohne sie zu beschädigen, und ohne allzuviele Reste anderer getöteter Zellen mit in die Kulturflüssigkeit hereinzubringen. Beides ist bei der Methode des Zerzupfens schwer zu vermeiden, kann aber so gut wie ganz ausgeschlossen werden bei der Methode, die ich anwendete, um die Schwammparenchymzellen von Vicia Faba zu isolieren — über die Methode soll später berichtet werden." (Ist nicht geschehen. D. Ref.) Es gelang *Winkler*, „die Wurzelparenchymzellen von Vicia Faba zu einigen Teilungen zu bringen, wenn der Nährlösung (Knop mit einem Prozent Rohrzucker) 0,002 % $COSO_4$ zugefügt wurde. Ohne diese Beigabe konnte bisher in den Zellen keine Teilung beobachtet werden, obwohl sie lange am Leben blieben". *Winkler* glaubt auf Grund seiner Versuche die Hypothese von den Wuchsenzymen vorläufig ablehnen zu müssen. *(Bot. Ztg.* 1902, Bd. *60*, II. Abt. 262.)

Haberlandt hat nun seine früheren Versuche über die physiologischen Bedingungen der Zellteilung wieder aufgenommen, jedoch jetzt mit einer anderen Methodik. Er arbeitete mit *Zellkomplexen*, mit Gewebestückchen der Kartoffelknolle. Es wurden aus Kartoffelstückchen mit Hilfe des Mikrotoms Plättchen von 0,25—0,5 mm Dicke hergestellt, deren Länge und Breite gewöhnlich zwischen 1—5 mm schwankte. „Die Plättchen bestanden aus ein bis zwei intakten Zellagen, stellenweise auch nur aus einer. Ein quadratisches Plättchen von 1 mm Seitenlänge und 0,25 mm Dicke setzte sich aus 100—150 Speicherzellen zusammen. Die Plättchen bestanden nicht immer aus Speichergewebe. Viele von ihnen waren in verschiedenen Richtungen von Gefäßbündelfragmenten durchzogen, und zwar entweder von zusammengesetzten Bündeln aus Leptom und Hadrom, oder nur von zarten Leptombündeln." — Am vorteilhaftesten erwies sich die Kultur auf dem schwach angefeuchteten Boden einer Petrischale ohne Filterpapier oder auf dem Objektträger, „eine Verpilzung tritt hier viel seltener ein; auch der schädigende Einfluß von Bakterien machte sich weniger bemerkbar". Die Gewebsstücke wurden dauernd in feuchter Atmosphäre gehalten, bei diffusem Tageslicht; Temperatur 18—21°, im Sommer etwas mehr. „Alle Versuche wurden mit vollkommen ausgewachsenen, reifen Kartoffelknollen durchgeführt. Aufgabe der Untersuchung war ja, festzustellen, unter welchen Bedingungen in kleinen Komplexen von Dauergewebszellen Teilungen eintreten."

Es ergab sich bei den in dieser Weise angestellten Versuchen, daß Gewebsplättchen nur dann Zellteilungen aufwiesen, *wenn sie ein Leitbündelfragment enthielten.* Es genügte, wenn dieses Fragment aus Siebröhren mit ihren Geleitzellen bestand; und zwar mußten die Leptomstränge der Länge oder der Quere nach die Gewebsplättchen durchziehen, sollten Zellteilungen eintreten; Gewebsfragmente, die der Dicke nach von einem Leptomstrang durchsetzt wurden, starben ebenso ab wie Plättchen ohne jede Leitbahnfragmente.

Die leitbündelhaltigen Fragmente zeigten meist in ihrer ganzen Ausdehnung eine bräunliche Farbe. „Die genauere mikroskopische Untersuchung der gebräunten Gewebspartien ergab, daß in ihnen gewöhnlich, wenn auch nicht immer, eine mehr oder weniger weitgehende Auflösung der Stärkekörner eingetreten war. Die Plasmakörper zeigten, wenn die Zellen noch nicht geteilt waren oder überhaupt ungeteilt blieben, eine kräftige Ausbildung; von dem zentral gelagerten Zellkern aus strahlten zahlreiche Plasmafäden und Balken gegen den Wandbelag zu. In den meisten Fällen waren auch Zellteilungen eingetreten, und zwar um so zahlreicher, je näher die betreffenden Speicherzellen den Leptombündelchen lagen. Die neu aufgetretenen Zellwände waren meist parallel zur Schnittfläche orientiert und traten in beiden bzw. in allen drei Schichten der Plättchen auf. Dasselbe wandelt sich sonach an den betreffenden Stellen in seiner ganzen Dicke in ein Folgemeristem um, das dann später wenigstens an der Oberfläche des Plättchens zu Wundkork wurde." Während Plättchen von ein bis zwei Zellagen, die keine Leitbündelfragmente besaßen, abstarben, „zeigten dickere Plättchen aus drei bis vier Zellagen bisweilen ein abweichendes Verhalten. Es kam zur Bräunung bzw. zur Verkorkung der vorgewölbten peripheren Zellwände, ohne daß in den betreffenden Plättchen Bündelfragmente vorhanden gewesen wären. Je größer diese bündellosen Gewebsfragmente waren, desto häufiger trat in ihnen auch eine teilweise Auflösung der Stärke ein. Sogar vereinzelte Zellteilungen waren manchmal zu beobachten." Diese Erscheinungen sind an größeren Gewebsstücken aus dem bündellosen zentralen Teile des Markes noch häufiger. — Ferner machte *Haberlandt* noch Versuche mit Gewebsstückchen aus einem knolligen grünen Seitensproß der Kartoffel. „Die der basalen Hälfte des Sprosses entnommenen Rindenwürfel mit rinden- und markständigen Leptombündeln wiesen auf allen Schnittflächen *reichliche Zellteilungen auf.* Auch ihre Markzellen waren geteilt. Die bündellosen *Markwürfel* dagegen ließen *keine Zellteilungen* erkennen. Die aus der Nähe des Stammscheitels herausgeschnittenen *Würfel aus noch unausgewachsenem Markgewebe wiesen auch dann Zellteilungen auf, wenn sie keine Leptombündel enthielten.* Doch war die Anzahl der Teilungen eine weitaus *geringere* als in den Markzellen der Rindenwürfel. Der begünstigende Einfluß der Leitbündel auf den Eintritt der Zellteilungen macht sich demnach schon frühzeitig geltend." — *Haberlandt konnte also feststellen, daß im allgemeinen zur Erhaltung der Vitalität kleiner isolierter Gewebsstückchen und zur Anregung einer Zellteilung in vitro Leitbündelfragmente in den betreffenden Gewebsplättchen vorhanden sein müssen.* Um zu beweisen, daß es tatsächlich die vorhandenen Leitbündel sind, unter deren Einflußzone ein Wachstum der Gewebsplättchen vor sich geht, „wurden unter dem Präpariermikroskop kleine rechteckige Plättchen von 2—4 mm Seitenlänge derart herausgeschnitten, daß auf einer Längsseite der Schnitt knapp neben einem längsverlaufenden Gefäßbündel geführt wurde. Auf dieser Seite waren also die Speicherzellen unmittelbare Nachbarzellen eines Bündels. Trotzdem waren nach acht Tagen in ihnen ebensowenig, wie in den übrigen Zellen der Plättchen Teilungen zu beobachten. — Die große Mehrzahl der Zellen war tot." Es scheint also, daß in kleinen Gewebsfragmenten der Kartoffelknolle Zellteilungen nur dann erfolgen können, *„wenn außer dem Wundreiz* noch ein von den Leitbündeln ausgehender Reiz auf die betreffenden Zellen einwirkt".

Welcher Art ist nun diese Reizung? Daß sie vom Leptom ausgehen muß, falls überhaupt ein solcher Reiz in Frage kommt, ist zweifellos, denn es ist für den Effekt gleich, ob die Leitbündel nur aus Leptom bestehen, oder ob es sich um ein vollständiges Gefäßbündel handelt. Um eine Ernährung von seiten der Siebröhren kann es sich auch nicht handeln, denn — meint *Haberlandt* — die Menge der in den engen Siebröhren enthaltenen Eiweißstoffe ist gegenüber den in den großen Speicherzellen abgelagerten stickstoffhaltigen Reservestoffen eine außerordentlich geringe. Es bleibt demnach nur die Annahme, daß es sich um eine spezifische Reizäußerung von seiten des Leptoms handelt. Da liegen dann wieder mehrere Möglichkeiten vor. Einmal könnte die Beeinflussung der Zellteilungen durch die Leitbündel eine indirekte sein, in der Art, daß eine durch Überreizung eingetretene Lähmung behoben, eine Hemmung beseitigt würde. Dieser Fall ist unwahrscheinlich, da selbst die peripheren Zellen dünner bündelloser Gewebsplättchen den starken Wundschok aushalten und kräftige Protoplasten entwickeln. Es bleibt so nur übrig, eine *direkte* Reizwirkung des Leptoms anzunehmen. Die Möglichkeit einer *dynamischen* Wirkung wird durch folgenden Versuch *Haberlandts* ausgeschaltet: „Bündellose Gewebsplättchen wurden auf ebenso große oder größere gelegt, die tangential aus dem Gefäßbündelring herausgeschnitten waren und demnach mehrere längs verlaufende Bündel enthielten. Um den Übertritt des hypothetischen Reizstoffes aus dem bündelhaltigen in das bündellose Plättchen zu ermöglichen, wurden die beiden Plättchen mittels einer dünnen zweiprozentigen Agarschicht aneinandergeklebt." Nach einer Woche ergab die mikroskopische Kontrolle, „daß in mehreren, wenn auch nicht allen bündellosen Plättchen auf der der bündelführenden zugekehrten Seite *einige Zellteilungen eingetreten waren.*" — Bei einigen anderen Versuchen wurden 0,5 mm dicke rechteckige Plättchen (2×3 mm) ohne Bündel mit zweiprozentigem Agar auf die frische Schnittfläche einer halbierten Kartoffel geklebt, und zwar so, daß die Plättchen auf den Bündelquerschnitten des Gefäßbündelringes lagen. Auch hier ergab nach einer Woche die mikroskopische Untersuchung, daß „auf den den Gefäßbündelquerschnitten zugekehrten Seiten der Plättchen in einzelnen peripheren Zellen tangentiale, zuweilen auch radiale Teilungen eingetreten waren". Hiermit ist einmal bewiesen, daß an eine dynamische Beeinflussung nicht zu denken ist, zum anderen aber wahrscheinlich gemacht, daß ein Reizstoff in die bündellosen Plättchen hinüberdiffundieren muß, der die Teilungen in irgend einer Weise auslöst. Diese Reizstoffhypothese zieht *Haberlandt* auch heran zur Erklärung der Fälle, in denen leitbündellose Gewebsfragmente am Leben blieben und auch Teilungen eingingen. „Die Gefäßbündel, bzw. ihre Leptomteile bilden und scheiden nach dieser Auffassung einen Reizstoff aus, der, wenn noch ein Wundreiz hinzutritt, die Speicherzellen zur Teilung veranlaßt. — Die Speicherzellen enthalten ihn nur in geringen Mengen. In einem kleinen dünnen Gewebeplättchen ohne Leptombündel reicht nun die Menge des vorhandenen Reizstoffes nicht aus, um im Verein mit dem Wundreiz die Zellen zur Teilung zu zwingen. In bündelhaltigen Plättchen findet aber infolge der Verwundung eine vermehrte Bildung und Ausscheidung des Reizstoffes statt, so daß es schließlich,

wenigstens in den benachbarten Speicherzellen zur Teilung kommt. In größeren bündellosen Gewebestückchen ist von vornherein eine größere Menge des Reizstoffes aufgespeichert. Die an die Wundflächen grenzenden Speicherzellen eignen sich den im ganzen Gewebestücke verteilten Reizstoff an, dessen Menge nun in den durch die Verwundung gereizten Zellen ausreicht, um den Teilungsvorgang auszulösen." *Haberlandt* läßt es dahingestellt sein, von welcher chemischen Natur der Reizstoff sein könnte. Er wäre seiner früheren und oben schon angeführten Auffassung gemäß vielleicht ein „Wuchsenzym" *oder aber ein Stoff, der den Hormonen des tierischen Körpers an die Seite zu stellen sei.* *Fitting* hatte seinerzeit (Biolog. Centralbl. 1909) vorgeschlagen, den Begriff der Hormone in die pflanzliche Physiologie einzuführen. Er hatte in den ungekeimten Pollinien von Orchideen einen Reizstoff entdeckt, der, auf die Narbe gebracht, sofort Postflorationserscheinungen auslöst, ganz gleich, ob die betreffende Pflanze schon erblüht war oder schon wochenlang blühte. Diesen noch in seiner genaueren chemischen Zusammensetzung unbekannten, aber immerhin schon roh isolierten Stoff nannte *Fitting* ein *pflanzliches Hormon*. Wie weit nun der Begriff „Hormon" für die Pflanzen überhaupt zu Recht besteht, soll hier nicht diskutiert werden. Mit *Haberlandts* Arbeit ist die Frage einer inneren Sekretion der Pflanzen in Analogie zu der Lehre von der inneren Sekretion bei den Tieren wieder aktuell geworden.

Als *Organe* einer solchen „inneren Sekretion" spricht *Haberlandt* die Geleitzellen an. „Ihre plasmareichen Geleitzellen mit ihren großen Zellkernen erinnern in mancher Hinsicht an den Bau pflanzlicher Sekretzellen und stellen möglicherweise die Stätten dar, in denen der fragliche Zellteilungsstoff und vielleicht auch andere Wuchsenzyme oder Hormone gebildet werden. Diese würden dann durch die mit Plasmodesmen versehenen Tüpfelschließhäute in die Siebröhren hineingelangen, in denen ihre Weiterleitung auf große Entfernung hin stattfinden könnte. Da wir bis heutigentags über die Funktion der bei den Angiospermen so allgemein verbreiteten Geleitzellen des Leptoms und der sie vertretenden plasmareichen Zellenzüge bei den Pteridophyten und Gymnospermen nicht das geringste wissen, so ist die Annahme, daß wir in ihnen mit Organen der inneren Sekretion zu tun haben, schon von vornherein erwägenswert." *Ernst Willy Schmidt, Marburg.*

Kuckuck, Paul, Beiträge zur Kenntnis der Meeresalgen. 10—13. (Sonderabdruck aus: Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, herausgegeben von der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel und der Biologischen Anstalt auf Helgoland. Neue Folge. V. Band. Abteilung Helgoland. Heft 3. Oldenburg i. Gr., 1912. 4°.)

Die Beiträge zur Kenntnis der Meeresalgen, welche Prof. Dr. *P. Kuckuck* seit einer Reihe von Jahren herausgegeben hat, werden immer mit Freude von den Algologen begrüßt. Sie enthalten nämlich immer interessante Untersuchungen, die in ihrer Durchführung musterhaft sind. Die jetzt herausgegebenen vier neuen Beiträge schließen sich in dieser Hinsicht den früheren würdig an.

Nr. 10. *Neue Untersuchungen über Nemoderma Schousboe.*

(Mit Taf. IV—VI und 18 Textfiguren.)

Die einzige bisher bekannte Art von dieser Algengattung wurde von *Schousboe* im Jahre 1828 an den Küsten Marokkos gesammelt und 1892 von *Dr. E. Bornet* genau untersucht. Das gesammelte Material war aber zu spärlich, um die Entwicklungsgeschichte der Alge sicher festzustellen, und Professor *Kuckuck* hat deshalb mit der Unterstützung der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen im Jahre 1901 eine Reise nach Marokko unternommen, um mehr Material an der bekannten Lokalität zu sammeln. Dies ist gelungen, und die Resultate der sorgfältigen Untersuchungen liegen also vor.

Nemoderma tingitana Schousboe bildet olivbräunliche oder schmutzig gelbliche, dem Felsen fest angeschmiegte und etwas schlüpfrige Krusten, die bei unregelmäßig lappigen Umrissen einen Durchmesser von 5—9 cm und eine Dicke von 1,5 mm erreichen können.

Die Basis wird von einem ursprünglich einschichtigen, durch spätere Teilungen mehrschichtigen, horizontalen Zellenlager, von welchem aufrechte, geradlinige, wenig verzweigte Fäden entspringen, gebildet. Diese Fäden wachsen getrennt voneinander und haben eine im oberen Teil etwas verbreiterte Spitzenzelle. Der Thallus wird von einem weißlichen Filz von epibasal sich teilenden Haaren, die in Bündeln wachsen, bedeckt.

Die Fortpflanzung dieser Alge, die früher nur unvollständig bekannt war, hat Verfasser ganz aufgeklärt. Es kommen Oogonien, Antheridien und Zoosporangien vor, die durch Umbildung der aufrechten Fäden entstehen, wo sie den oberen Teil einnehmen.

Durch wenige Quer- und Längsteilungen entsteht eine traubenförmige Ansammlung von wenigen, großzelligen Oogonienfächern und durch wiederholte Quer- und Längsteilungen entstehen vielzellige, traubenförmige Antheridienstände. Die Geschlechtsorgane und die Befruchtung zeigen große Ähnlichkeit mit der Befruchtung der Cutleriaceen. Große, birnenförmige Eier mit zwei Cilien kopulieren, nachdem sie zur Ruhe gekommen sind, mit kleinen, birnenförmigen, lebhaft herumschwimmenden Spermatozoiden.

Die Zoosporen werden in unilokulären Zoosporangien, die interkalär in den Fäden entstehen, gebildet und schlüpfen aus, indem die obere sterile Fadenpartie von der Kuppe des Sporangiums zuerst abgeworfen wird und die Membran dann quillt und berstet. Die Zoosporen sind den Eiern ähnlich gebaut, nur etwas kleiner.

Verfasser hat auch die Keimung studieren können und findet, daß ein irgend erheblicher Unterschied in der Keimung von befruchteten oder unbefruchteten Eiern und Zoosporen nicht besteht. Sehr bemerkenswert ist die regelmäßige Befruchtung der Eier bis zum 17. Mai, nach welchem Termin die Keimung stets parthenogenetisch erfolgte. Leider gelang es nicht, die jungen Pflanzen zur Fortpflanzungsreife zu bringen.

Im Abschnitt über die Physiologie und Biologie dieser Alge spricht Verfasser sich über die Bedeutung der Haarbildungen aus und findet die Bertholdsche Auffassung, daß sie Schutzvorrichtungen gegen direktes Sonnenlicht darstellen, nicht erschöpfend. Verfasser meint, daß die Haare auch für die Aufnahme der im Wasser absorbierten und für die Alge nötigen Gase, nämlich Kohlensäure für die Assimilation und Sauerstoff für die Atmung, eine wichtige Rolle zu spielen haben. Referent hat diese Frage schon 1897[1]) ausführlich erörtert und kommt zu dem Resultat, daß die Haare für die Gasdiffusion kaum von eingreifender Bedeutung sein können, da dieselbe überall sehr rasch durch die Membrane der Zellen stattfinden können, weil sie so stark wasserhaltig sind. Dagegen findet Referent (l. c. S. 39), daß die Bedeutung der Haarbildungen darin zu suchen ist, „daß sie aus dem Seewasser die für die Ernährung der Alge notwendigen mineralischen Stoffe aufnehmen,

[1]) *N. Wille*, Beiträge zur physiologischen Anatomie der Laminariaceen. (Universitetets Festskrift til H. M. Kong Oskar II Regjeringsjubilaeum, Christiania 1897, S. 36—39.)

welche durch die Haare mehr direkt und schneller den Zellen des Leitungssystems zugeführt werden können, als auf dem beschwerlichen Wege durch die dickeren Zellwände des Assimilationssystems, welche der Diffusion größere Hindernisse entgegensetzen". Die Lebensverhältnisse von *Nemoderma* scheinen mir auch für die Richtigkeit dieser letzten Auffassung zu sprechen.

Verfasser gibt sehr interessante Mitteilungen über die wechselnden Lebensverhältnisse der *Nemoderma* in der Tidenregion, wobei es sich zeigt, daß diese Alge zu den widerstandsfähigsten Meeresalgen, die wir überhaupt kennen, gehört. Die Bildung der Fortpflanzungsorgane tritt rhythmisch ein, anscheinend im Zusammenhang mit den Springtiden. Seitdem Verfasser seine erst jetzt veröffentlichten Untersuchungen in Tanger machte, ist die Periodizität gewisser Meeresalgen auch von anderen Forschern beobachtet worden.

Es ist schwer, sich über die systematische Stellung dieser Alge auszusprechen. Die Fortpflanzungsorgane sind denen der Cutleriaceen sehr ähnlich; der vegetative Bau entspricht aber durchaus demjenigen anderer Myrionemaceen, und Verfasser beläßt deshalb bis auf weiteres die Alge dort.

Nr. 11. *Zur Fortpflanzung der Phaeosporeen.*

(Mit Taf. VII, VIII und 4 Textfiguren.)

Verfasser wird bald ein eigenes Buch unter dem Titel „Die Phaeosporeen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Fortpflanzung" herausgeben, gibt jedoch hier eine vorläufige, aber eingehende Darstellung der Befruchtung bei einer Anzahl von Phaeosporeen.

Verfasser fängt mit *Ectocarpus siliculosus (Dillw.) Lyngb.* an, bei welcher Alge die Kopulation der Schwärmer schon von *Berthold* beobachtet wurde, und beschreibt eingehend diese Kopulation.

Referent kann nicht umhin, in dieser Verbindung hervorzuheben, daß es gewiß praktisch wäre, eine schärfere Begriffsbegrenzung betreffend Ei und Gameten aufzustellen. Nach Referenten wären alle mit Cilien versehenen weiblichen und männlichen Geschlechtszellen als Gameten und nur die ohne Cilien als Ei zu bezeichnen. Wenn eine Geschlechtsdifferenz bei den Gameten, wie z. B. bei *Nemoderma*, auftritt, wäre von weiblichen und männlichen Gameten zu reden. Bei *Ectocarpus siliculosus* wurden also zur Ruhe gekommene weibliche Gameten von beweglichen männlichen Gameten befruchtet.

Bei *Scytosiphon lomentarius (Lyngb.) Ag.* hat auch *Berthold* zuerst die Befruchtung beobachtet; dies wurde vom Verfasser bestätigt, und er gibt noch einige weitere Einzelheiten, betreffend die seltene Befruchtung und die gewöhnliche parthenogenetische Keimung der Gameten bei dieser Art.

Verfasser hat *Phyllitis zosterifolia Reinke*, die vorher nur aus dem Norden bekannt war, bei Rovigno 1904 gefunden und vereinzelt die Kopulation der Gameten nachgewiesen. Diese Alge verhält sich wie *Scytosiphon lomentarius*, bei dem es auch nur unter besonderen Umständen, die uns nicht näher bekannt sind, zur Kopulation der Gameten kommt.

Stictyosiphon tortilis (Rupr.) Rke ist eine nordische Alge, von den nordatlantischen Küsten, vom Eismeer bis zu den britischen Küsten und außerdem aus dem Ochotskischen Meere bekannt. Von Wichtigkeit ist der schon von *Reinke* geführte Nachweis, daß die vermeintlichen unilokulären Sporangien in Wirklichkeit plurilokulär sind. Der Geschlechtsakt wurde vom Verfasser schon 1897 beobachtet und vollzieht sich ganz wie bei den früher besprochenen Phaeosporeen.

Sehr eingehend wird die Lebensgeschichte von *Lithoderma fatiscens Aresch.* besprochen. Diese krustenförmige Alge kommt bei Helgoland massenhaft vor. Der Zuwachs der Krusten in horizontaler Richtung erfolgt durch Randzellen, das Dickenwachstum beginnt damit, daß das junge, noch einschichtige Lager durch horizontale, dem Substrat parallele Wände zweischichtig wird. Ein prinzipieller Unterschied im Wachstum zwischen *Lithoderma* und *Ralfsia*, wie *Kjellman* und nach ihm *De Toni* annimmt, ist nicht vorhanden.

Die Fortpflanzungszeit fällt in die Monate Dezember, Januar und Februar. Die Entwickelung der unilokulären Zoosporangien bietet keine Besonderheiten; die Entleerung der plurilokulären Gametangien erfolgt aber nicht durch eine gemeinsame Öffnung an der Spitze und Verquellen der Fachwandungen, sondern die Gameten verlassen einzeln ihre Fächer durch schlitzförmige, unterhalb der oberen Wand entstehende Öffnungen. Weder an Größe, noch Gestalt zeigen die Gameten irgendwelche Abweichungen von dem normalen Bau der Phaeosporeenschwärmer; die Größenunterschiede können aber recht erheblich sein; eine Trennung der Geschlechter nach Individuen ist nicht vorhanden.

Die Verschmelzung der Kerne erfolgt bei den Zygoten von *Lithoderma* erst nach zwei bis mehreren Tagen. Keimungsstadien der Zygoten werden abgebildet; wie die Chromosomenreduktion vor sich geht, ist aber noch nicht festgestellt.

Weiter gibt Verfasser kurze Mitteilungen über die Fortpflanzung folgender Phaeosporeen: *Ectocarpus granulosus (E. B.) Ag., Castagnea Griffithsiana (Grev.) Ag., Myriotrichia*-Arten, *Asperococcus*-Arten, *Punctaria*-Arten, *Dictyosiphon foeniculaceus* (Huds.) Grev., *Sphacelaria olivacea Pringsh., Chaetopteris plumosa (Lyngb.) Kütz., Cladostephus verticillatus (Lightf.) Ag.* und *Tilopteris Mertensiai (Smith) Kütz.* Genaue Abbildungen der Schwärmer dieser Algen werden gegeben.

Die von *Drews* angegebene Kopulation der Schwärmer bei *Laminaria* wird vom Verfasser als unrichtig bezeichnet; auch die Mitteilungen über die Keimung der Sporen müssen auf Irrtum beruhen. Verfasser wird später darauf zurückkommen.

Nr. 12. *Über Platoma Bairdii (Farl.) Kck.*

(Mit Taf. X, XI und 17 Textfiguren.)

Diese interessante Rotalge ist zuerst in Massachusetts an der amerikanischen Küste, später bei Helgoland und an der englischen Ostküste gefunden.

Der vegetative Aufbau der Alge wird genau erörtert und stimmt in den Hauptzügen mit dem Aufbau der Gattung *Nemastoma* überein. Der zentrale Teil wird von einem Bündel parallel verlaufender Fäden eingenommen, deren langgestreckte Zellen, wo sie oberflächlich liegen, in ihrer Mitte je ein nach außen gerichtetes Büschel tragen. Das strangförmige Zentralbündel wird so von einem Mantel perlschnurförmiger, verzweigter und durch Gallerte verbundener Zellfäden umgeben, deren Längsachse senkrecht zur Längsachse des Thallus steht.

Der Thallus ist unregelmäßig, seitlich oder scheinbar gabelig verzweigt. Wie diese Verzweigungen zustande kommen, wird ausführlich dargelegt. Ungeschlechtliche Vermehrung findet statt durch Tetrasporen, die sich meistens auf besonderen Pflanzen, oder auch gar nicht selten mit den Karpogonen und Zystokarpien zusammen auf demselben Individuum sich finden. Sie entstehen in den Zweigbüscheln nahe der Peripherie durch Umwandlung einer jungen Aussprossung.

Die geschlechtliche Fortpflanzung hat Verfasser genau studiert. Der Karpogonast sitzt einer Zweigzelle der peripherischen Büschel direkt oder durch Vermittlung einiger (bis 5) steriler Zellen auf; er ist anfangs zweizellig, später dreizellig, da die äußere, das Trichogyn tragende Zelle sich nochmals horizontal teilt.

Antheridien sind aber nicht beobachtet.

Die Karpogoneizelle treibt also parthenogenetisch ihre Ooblastemfäden aus, die sich mit den Auxiliarzellen vereinigen und dann in gewöhnlicher Weise die Karposporenhaufen bilden. Das Verhalten der Kerne bestätigt *Oltmanns* Beobachtungen. In den Auxiliarzellen finden also keine Verschmelzungen von Kernen statt.

Als „Prosporie" bezeichnet Verfasser eine eigentümliche Erscheinung, die zuerst bei der Phaeosporacee *Pogotrichum filiforme* beobachtet wurde. „Ihr Wesen liegt in der frühzeitigen Fertilisierung der jungen Pflanze, ehe sie noch zu der für sie charakteristischen und für ihre systematische Stellung ausschlaggebenden vegetativen Ausbildung hat vordringen können."

Bei *Platoma Bairdii* fand Verfasser einen vollkommenen Parallelismus mit *Pogotrichum;* es bilden sich kreuzförmig geteilte Sporangien, die sich stellenweise sorusartig zusammendrängen können, auf den Basalkrusten der Alge, zwischen den jungen hervorsprossenden, aber auch zwischen älteren aufrechten Trieben.

Verfasser meint, daß die Aufgabe der krustenförmigen Basalscheibe nicht nur bei den Phaeosporeen, sondern auch bei den Florideen mit ihrer Funktion als Haftorgan nicht erschöpft ist und knüpft daran einige Betrachtungen über den Generationswechsel der Pflanzen. Referent kann sich ganz entschieden der Auffassung anschließen, daß der Generationswechsel der Florideen und der Phaeosporeen eine diesen Nebenreihen eigene Art von Generationswechsel repräsentiere, welche gar nichts mit dem Generationswechsel in der grünen Hauptreihe der Pflanzen zu tun hat.

Nr. 13. *Untersuchungen über Chrysymenia.*

(Mit Taf. XII, XIII und 7 Textfiguren.)

Verfasser hat die drei wenig bekannten Arten: *Chrysymenia microphysa Hauck, Chrysymenia uvaria (Wulf) J. Ag.* und *Chrysymenia ventricosa (Lamour.) J. Ag.*, die bei Rovigno vorkommen, einer genauen Untersuchung unterworfen. Der vegetative Aufbau und die Bildung der Vermehrungsorgane dieser Algen werden genau geschildert und durch ausgezeichnete Abbildungen illustriert. Zuletzt macht Verfasser einige Bemerkungen über die Systematik der Rhodymeniaceen, die wohl in gewissen Punkten eine Revision nötig haben könnten.

Auf alle für den speziellen Algologen interessante Einzelheiten, die in diesen ausgezeichneten Beiträgen enthalten sind, einzugehen, würde hier zu weit führen. Ich habe deshalb nur ein kurzes Referat der Hauptergebnisse mitgeteilt. *N. Wille, Christiania.*

Astronomische Mitteilungen.

Beobachtung und Untersuchung eines niedergefallenen Meteors ist nach Mitteilung in den *Annalen der Kaiserlich japanischen Universität Kyoto* (Band *V*, Nr. 1) mit besonderer Gründlichkeit in Japan durchgeführt worden. Von mehreren Beobachtern wurde das Meteor als weißglühende Masse herunterfallend wahrgenommen, und beim Ausgraben des Meteorsteins aus ¾ m Tiefe im Boden zeigte sich ein in die Länge gezogener Eisenblock. Von besonderem Interesse war die chemische Untersuchung der dem Meteorstein entnommenen Proben. Sie ergab Nickeleisen zu fast 99 Prozent, und im übrigen Kobalt, Phosphor und Kupferspuren. Man hat es daher mit einem Eisenmeteoriten zu tun, während sich fast ebenso häufig auch Steinmeteoriten vorfinden, die hauptsächlich aus Kieselsäure und Ton bestehen.

Über die elliptische Form der Scheibe des ersten Jupitermondes macht in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4670 *William H. Pickering* sehr beachtenswerte Mitteilungen, die gegenwärtig bei dem stark südlichen Stande des Planeten Jupiter (Abstand vom Himmelsäquator — 23½ Grad) besonders für die Astronomen auf den Sternwarten der südlichen Erdhalbkugel bestimmt sind. Es wird darauf hingewiesen, daß die Abplattung des ersten Jupitersatelliten nur bei ganz ausgezeichneten Luft- und Abbildungsverhältnissen im Fernrohr erkannt werden kann.

Eine endgültige Bahnbestimmung des Kometen 1907 I, der von dem Astronomen *Giacobini* auf der Nizzaer Sternwarte entdeckt wurde und nur ein schwacher teleskopischer Komet geblieben ist, liegt von *Dubrowsky* und *Numerow* aus Petersburg in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4671 vor. Als definitives Elementensystem, durch das die Darstellung der Kometenörter am besten sich vollzieht, folgt ein hyperbolisches.

Über Entdeckungen im Jahre 1912 berichtet die Zeitschrift *Sirius* im achten Heft (Augustnummer). An *Planetoiden* wurden 1912 im ganzen 79 neu aufgefunden; von *Kometen* sind im vergangenen Jahre nur 3 entdeckt worden gegen 6 im Jahre 1911. Der Komet 1912 a wurde von *Gale* als Nebelfleck der sechsten Größenklasse mit sternartiger Verdichtung und mit zwei Schweifen aufgefunden; den Kometen 1912 b entdeckte *Schaumasse* in Nizza als rundlichen Nebel von der elften Größenklasse und den Kometen 1912 c *Borelly* in Marseille ebenfalls als teleskopisches Objekt von der zehnten Helligkeitstufe. Von besonderem Interesse ist es, daß sich der Komet 1912 b nach den Berechnungen von *Fayet* als identisch mit dem periodischen Kometen *Tuttle* erwies, der erst zu Beginn dieses Jahres in die Sonnennähe kommen sollte. Die genauen Störungsrechnungen haben aber gezeigt, daß die Umlaufszeit dieses Tuttleschen Kometen durch die Einwirkung des großen Planeten Jupiter ungefähr um zwei Monate verkürzt worden ist.

Von den in enger Beziehung zu den Kometen stehenden Meteoren, die zumeist als Auflösungsprodukte der ersteren in Kometenbahnen einhergehen, ist zu berichten, daß der im Mai ziemlich regelmäßig auftretende Meteorschwarm der „Aquariden" sich nach den neuesten Berechnungen von *Olivier* tatsächlich in der Bahn des Halleyschen Kometen bewegt.

Aus den Beobachtungen der Sonnenflecken läßt sich folgern, daß auch im verflossenen Jahre 1912 noch das Minimum der in etwa elf Jahren sich vollziehenden Periode der Fleckenbildung vorhanden war. Es wurden 1912 im ganzen 250 fleckenfreie Tage auf der Sonne wahrgenommen, während 1911 nur 186 solcher Tage vorhanden waren. Nach Professor *Hale* von der Mount-Wilson-Sternwarte in Nordamerika kann man sich die Entstehung der Sonnenflecken, die vielfach auch als Wirbelbewegungen auf der Sonne erklärt werden, noch folgendermaßen vorstellen: Durch eruptive Kräfte kommt aus dem Innern der Sonne nach der Photosphäre hin eine aufwärts gerichtete Bewegung der Gase zustande. Die Gase dehnen sich aus, kühlen sich dadurch ab und bilden die dunkleren Fleckengebilde.

Vom Planeten Mars liegen neuere Beobachtungen seiner Oberfläche vor, die auf der Sternwarte Stockholm von Professor *Bohlin* in sorgfältiger Weise angestellt und durch vortreffliche Zeichnungen erläutert sind. Bei einer Vergrößerung von nur 200 mal ergaben sich im Stockholmer Refraktor bei besonders ruhiger Luft im Jahre 1911, als der Planet Mars bei seiner Opposition im November der Erde bis auf etwa 70 Millionen Kilometer nahe kam, die deutlichsten Bilder der Marsoberfläche mit den feinen Einzelheiten der Kanäle und Oasen. Es gelang Professor *Bohlin* nach den Berichten der Stockholmer Sternwarte (Band *9*, Nr. 6), im ganzen 40 vortreffliche Zeichnungen zu erhalten, die sich über die ge-

samte Planetenoberfläche erstrecken, aber keine Verdoppelung der Kanäle erkennen lassen.

Zwei Finsternisse werden im Monat September d. J. stattfinden, ohne jedoch in Deutschland sichtbar zu sein. In der Nacht vom 14. zum 15. September tritt zur Vollmondsphase eine *totale Mondfinsternis* ein, die u. a. in Nordamerika, Asien und Australien beobachtet werden kann. Am 29. September ereignet sich zur Neumondsphase eine *partielle Sonnenfinsternis*, wobei die Scheibe der Sonne über ¾ verfinstert wird. Diese Himmelserscheinung kann u. a. in Südafrika (im östlichen Teil) und auf der Insel Madagaskar besonders gut beobachtet werden.

Neue Beobachtungen der Venusoberfläche teilt in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4673 *Max Valier* mit, die er an kleineren Refraktoren (Objektivöffnung 99 und 75 mm oder 3¾ und 2½ Zoll), aber bei ausgezeichneten Luftverhältnissen in Bozen in den ersten Monaten dieses Jahres erhalten hat. Es zeigten sich deutlich matte Flecken und zugleich verschiedene Lichtstärken der Gebilde am nördlichen oder südlichen Pole der Venus, von denen die ersteren heller waren. Auf den nach den Fernrohrbeobachtungen angestellten Zeichnungen erkennt man ferner deutlich ein Übergreifen der Hörner über 180° bei der Sichelphase der Venus, bekanntlich eine Folge der starken Strahlenbrechung in der Venusatmosphäre. Auch sonst hat *M. Valier* Erscheinungen am Planeten Venus wahrgenommen, die sich am einfachsten durch das Auftreten von Dämmerungsprozessen auf jenem Gestirn erklären lassen, das eine im Vergleich zur irdischen viel dichtere Atmosphäre besitzen dürfte. *A. Marcuse.*

Botanische Mitteilungen.

(Die sog. chromatische Adaptation bei Algen.)

Engelmann hat im Jahre 1883 auf Grund seiner Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Lichtabsorption und Assimilation bei verschieden gefärbten Algen den Satz aufgestellt, daß *die zur jeweiligen Farbe der Algen komplementären Lichtarten die stärkste Assimilation bedingen.* Damit glaubte er eine Erklärung für die Verteilung der verschieden gefärbten Algen in verschiedene Meerestiefen gefunden zu haben. Denn während die grünen Algen an der Oberfläche und ihr nahe dominieren, finden sich tiefer zunächst die braunen, dann braunrote und endlich rote ein. *Engelmanns* Theorie entsprechend müßten sich die roten Algen in ihrer tiefen Lage in Vorteil befinden vor den grünen, weil das Wasser schon in geringer Tiefe grün erscheint, die grünen Strahlen dort also größere Energie besitzen, am energischsten assimilatorisch aber in den roten Zellen wirken. Es müßten demnach die roten Farben der tiefen Formen, wie die grünen der oberflächlicheren, vorzüglich zweckentsprechende Anpassungen sein für den Kampf ums Dasein. Es lag nahe, zu untersuchen, ob diese Verhältnisse sich nicht auch jetzt noch als beeinflußbar, also unmittelbar form- (resp. farb-) bildend sich erweisen ließen. Es untersuchte deshalb *Gaidukov* (1902) die Farbveränderungen, denen die zu den sogenannten blaugrünen Algen gehörigen Oscillarien in verschiedenen Lichtarten sich unterzogen. Dabei ergab sich z. B. für eine normal grauviolette Oscillaria sancta im roten Licht der Erwerb grüner, im gelbbraunen Licht blaugrüner, im blauen braungelber, kurz also dem Bestrahlungslicht komplementärer Färbung. Diese experimentelle Erzeugung zweckentsprechender Farben, respektive zweckmäßige Änderung, nannten *Engelmann* und *Gaidukov komplementäre chromatische Adaptation.* Übrigens zeitigten *Gaidukovs* Untersuchungen noch das weitere Ergebnis, daß derart ungezüchtete Objekte in weißem Licht die erworbene Farbe behielten und weiter vererbten.

Es haben aber neben einigen bestätigenden Beobachtungen sich eine ganze Reihe von der Theorie der chromatischen Adaptation widersprechenden Daten herausgestellt. Diese lassen vermuten, daß nicht die Bestrahlung mit verschiedenen Lichtfarben, sondern die Lichtintensität sowie veränderte Ernährungsverhältnisse an veränderten Standorten die Entscheidung über die Färbung der Objekte fällten. Einige neuere Arbeiten suchen systematisch die Frage zu lösen.

Zunächst hat *Heilbronn (Annal. Inst. Ocean.* 1912) die als plastisch bekannte Rotalge Sphaerococcus coronopifolius in verschiedenen Tiefen im Meere kultiviert und kontrolliert (10, 40 und 82,5 m), außerdem im Aquarium mit bunten Glasscheiben. Die Resultate lassen keinen Schluß auf das Vorhandensein chromatischer Adaptation bei dieser Pflanze zu. Sie besitzt wohl die Fähigkeit, sich in der Färbung zu ändern, aber diese Veränderung bewegt sich im gesunden Zustand nur in den Grenzen von hellerem und dunklerem Rot. Wohl waren gewisse morphologische Änderungen (Verdickung und Rosettenbildung in großer Tiefe) wahrnehmbar.

Sodann hat *Boresch* (1910, ausführlich 1913, *Jahrb. f. wiss. Bot.)* die Färbung der Cyanophyceen studiert (besonders Phormidium corium). Diese wird hervorgerufen einerseits durch Spezieseigentümlichkeiten, andererseits wohl durch Lichtverhältnisse verschiedener Art, z. B. die Intensität *(Nadson,* 1908), aber offenbar auch durch die Zusammensetzung des Nährsubstrates. Viele Spezies von blaugrüner Farbe wurden bei Kultur in Nährlösung allmählich gelbbraun, bei Zugabe von Nitraten zur Lösung tritt die frühere Farbe wieder ein. Dabei beruht der Farbenumschlag von Grün nach Braun auf einem Abbau des (grünen) Chlorophylls und des (die bläuliche Nüancierung bewirkenden) Phycocyans, so daß zurückblieb nur das (im Pflanzenreich oft mit Chlorophyll vereint auftretende, aber dann meist nur bei Zersetzung erkennbare) Karotin, dies bestimmt die gelbbraune Färbung. Bei Nitratzugabe findet wiederum Anreicherung der beiden ersten Farbstoffe statt. Statt der Nitrate können aber sicher auch Ammoniumsalze und organische Stickstoffverbindungen dienen. Das Wiedergrünen (die Neubildung von Phycocyan und Chlorophyll) bei Stickstoffzuführung erfolgt auch im Dunkeln, doch ist die Intensität des Grüns an im Licht ergrünten Objekten etwas größer. Ebenso bleibt die grüne Färbung zurück, wenn die Kultur in sauerstoffarmem Raume stattfindet, sie tritt dann auch nur bei Lichtzutritt ein. Jedes Salz, das das Ergrünen möglich macht, tut dies nur bei einem mittleren Temperaturgrad (ca. 20°) und nur in bestimmter Konzentration. Bei höherer tritt Hemmung des Ergrünens ein, ebenso wird bei 30° in einigen Fällen die Giftwirkung stärker. Hieraus ergibt sich, daß bei den geprüften Cyanophyceen, zu denen sich in dieser Beziehung auch noch einige Grünalgen stellen lassen, die *Bildung und Anhäufung des Chlorophyllbestandes vom Vorhandensein einer disponiblen Stickstoffverbindung abhängt.*

Diese Untersuchungen haben nun sogar schon eine Bestätigung erfahren durch *B. Schindler* (1912 mit *W. Magnus* in *Ber. d. Bot. Ges.* 1913, ausführlich, *Zeitschrift f. Bot.).* Wiederum sind Farbänderungen im Sinne der Gaidukovschen Angaben an einer Reihe kultivierter Oscillarien nicht zu finden gewesen, wohl aber besitzen diese mannigfaltige Farbveränderungen (z. B. dunkelviolett, rotbraun, braun, gelb bei derselben Form), die im gewöhnlichen Lichte auftreten. Sie beruhen, im Einklang mit *Boreschs* Funden, auf dem wechselnden Grad des Stickstoffgehalts im Substrat. Daß die Inten-

sität des Lichts den Farbwechsel (das Ergrünen) beeinflußt, hat sich gleichfalls bestätigen lassen. Es ist trotz der sich so entschieden deckenden Angaben nicht ohne Bedeutung, daß die chromatische Adaptation nunmehr von zwei unabhängig und fast gleichzeitig arbeitenden Autoren sich für identische Objekte hat widerlegen lassen. Die Rolle der Gaidukovschen Theorie für diese Pflanzen dürfte damit ausgespielt sein. *Gaidukov* hat die Kulturen seinerzeit nicht fehlerfrei genug angestellt.

F. T.

Kleine Mitteilungen.

In dem *Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik* (5. Band, 1. Heft, Juli 1913), veröffentlicht Dr. *Gottfried Brückner* **Beiträge zu einer Biographie des Marchese Alfonso Corti,** über den man in den üblichen Quellenwerken vergeblich nach biographischen Mitteilungen sucht. Über den berühmten Entdecker des nach ihm benannten Organes enthalten sie auch nicht die kleinste Notiz, so daß z. B. im Jahre 1901, als das 50jährige Jubiläum des Augenspiegels gefeiert wurde, niemand darauf hingewiesen hat, daß man in demselben Jahre auch das 50jährige Jubiläum der Entdeckung des Cortischen Organes hätte feiern können. — Am 30. Juni 1851 erschien im zweiten Heft der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie *Cortis* bedeutendste Arbeit: Recherches sur l'organe de l'ouïe des mammifères. *Joseph Hyrtl*, dessen Prosektor *Corti* während seines Aufenthaltes in Wien 1846/47 war, schreibt darüber: „Mein ehemaliger Prosektor Marchese *Alfonso Corti* hat das Verdienst, eine sehr sorgfältige und genaue mikroskopische Untersuchung über den Bau der lamina spiralis ossea und membranacea sowie der Nerven und Gefäße derselben vorgenommen zu haben, deren überraschende Ergebnisse allen späteren einschlägigen Untersuchungen zum Ausgangspunkt dienten." *A. Kölliker* konnte die Angaben *Cortis* bestätigen, und von ihm stammt die Bezeichnung „Cortisches Organ". —

Marchese *Alfonso Corti* wurde in Gambarana im ehemaligen Königreich Sardinien am 15. Juni 1822 geboren. Er studierte in Pavia Philosophie und Medizin und beendigte seine medizinischen Studien an der Universität Wien, wo er sich im Studienjahre 1846/47 als cand. med. immatrikulierte. Wie lange *Corti* nach seiner Promotion noch in Wien verblieben ist, läßt sich nicht feststellen. Im Jahre 1852 lebte er in Turin, wo er gemeinsam mit dem Direktor des Zoologischen Museums der Universität anatomisch arbeitete. So machten sie anatomische Studien an einem durch Asphyxie mit Kohlensäure getöteten Elefanten, über deren histologische Ergebnisse *Köllicker* in seiner Zeitschrift im Jahrgange 1854 berichtet hat. Im Jahre 1855 zog sich *Corti* in seine Villa in der Nähe von Casteggio (Provinz Pavia) zurück. Dieses Jahr, schreibt *Brückner*, ist zugleich das Ende von *Cortis* Tätigkeit auf dem Gebiete der Anatomie, wenigstens ist er auf diesem Gebiete nicht mehr literarisch hervorgetreten. Sein Hauptinteresse galt von nun an dem Weinbau und zwar widmete er sich ihm mit solchem Eifer und Verständnis, daß er in der ganzen Gegend der Colli di Casteggio darin als Autorität galt. *Alfonso Corti* starb im 55. Lebensjahre am 2. Oktober 1876. (Sein Bruder, der Mathematiker Marchese *Luigi Corti* (1823—1888), war im Jahre 1878 Minister des Äußeren, hierauf Botschafter in Konstantinopel, alsdann italienischer Bevollmächtigter in Berlin.) *B.*

Beschädigung von Rohrleitungen durch Erdströme. Erdströme sind elektrische Ströme, die ihren Weg in der Erde nehmen und durch ihre die Metalle zersetzende Wirkung eine große Gefahr für alle in der Erde verlegten metallischen Leitungen, wie Gas- und Wasserröhren, elektrische Kabel u. a., bilden. Diese Ströme sind daher seit einer Reihe von Jahren von den an der Frage interessierten technischen Kreisen gründlich untersucht worden, so hat der Deutsche Verein von Gas- und Wasserfachmännern bereits vor 15 Jahren eine besondere Kommission hierfür eingesetzt, die zur Klärung dieser schwierigen technischen Frage in hohem Grade beigetragen hat. Die Quellen der Erdströme sind teils die Erde selbst, die durch Veränderungen ihres magnetischen Zustandes oder infolge von Reibungen in den atmosphärischen Schichten elektromagnetische Kräfte erzeugt, teils die zahlreichen elektrischen Anlagen, deren Stromleiter absichtlich oder unabsichtlich die Erde berühren, teils die in der Erde verlegten metallischen Leitungen oder sonstigen technischen Konstruktionskörper, die bei der Berührung mit der Erde elektrische Spannungsunterschiede aufweisen. Am meisten kommen die Erdströme elektrischer Gleichstrombahnen, deren Schienen als Stromleitung benutzt werden, bei der Zerstörung von Rohrleitungen in Betracht. Zum Schutze gegen diese Ströme wurden von der „Vereinigten Erdstromkommission", die sich aus Vertretern des Gas- und Wasserfaches, des elektrischen Faches und des Straßenbahnwesens zusammensetzte, Vorschriften für die Schienenanlage solcher Bahnen ausgearbeitet.

Die hierzu erforderlichen Untersuchungen und Messungen werden von Diplomingenieur *F. Besig* im *Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung* 1913, S. 49 ff. eingehend besprochen. Der Angriff der Rohrleitungen erfolgt beim Übergang des Stromes zwischen Rohr und Erde, bemerkenswerterweise aber nur beim Stromaustritt aus dem Rohr und nicht beim Eintritt. Die Menge des zerstörten Materials hängt von der an der betreffenden Stelle übergehenden Strommenge und von den besonderen elektrochemischen Eigenschaften des Rohrmaterials ab. Die „Gefährdung" des Rohres läßt sich durch die Dicke der in der Zeiteinheit weggefressenen Schicht ausdrücken; diese ist der auf die Einheit der Übergangsfläche bezogenen Stromstärke, der Stromdichte, proportional. Bei einer Stromdichte von einem tausendstel Ampere pro Quadratdezimeter Übergangsfläche am Rohr würden so z. B. in einem Jahre von einem Eisenrohr ca. 0,10 mm und von einem Bleirohr ca. 0,25 mm weggefressen werden, vorausgesetzt, daß sich der Stromaustritt *gleichmäßig* auf der ganzen Fläche verteilt. Infolge der geringen Homogenität des Erdbodens und teilweise auch des Röhrenmaterials einerseits und infolge der wenig regelmäßigen Gestaltung der gebräuchlichen Rohrschutzmittel, wie Anstriche und Umwicklung, andererseits drängt sich jedoch der Stromaustritt häufig auf kleine Flächen zusammen, wodurch sich die Stromdichte und der Angriff auf das Rohrmaterial unter Umständen auf ein Vielfaches der oben angegebenen Werte steigern. So kommt es, daß die Lebensdauer unserer Rohrleitungen bei den gebräuchlichen Wandstärken schon bei Stromdichten von wenigen zehntausendstel Ampere sehr verkürzt werden kann. Die tatsächlichen Verhältnisse lassen sich gewöhnlich nicht rechnerisch verfolgen und müssen daher mit Hilfe von Messungen ausfindig gemacht werden. Die Durchführung dieser Messungen, die sich oft recht schwierig gestalten, erfordert viel Erfahrung und Übung.

Die Maßnahmen zum Schutze der Rohrleitungen gegen die Erdströme bezwecken, den Übergang der Ströme zwischen Rohr und Erde oder die Ströme selbst zu verhüten bezw. auf ein erträgliches Maß herabzusetzen. Die Durchführung solcher Maßnahmen ist oft mit großen Kosten verbunden und daher häufig in der Anwendung beschränkt. Da die bisher zur Verminderung des Stromüberganges zwischen Röhren und Erde vorgeschlagenen

Maßnahmen, Umhüllen der Röhren mit Isolierstoffen, Einbau isolierender Flanschen usw., keinen vollen Erfolg gezeigt haben, sind im allgemeinen die Maßnahmen mehr zu empfehlen, die eine möglichst hohe Leitfähigkeit der Schienen und eine zweckmäßige Stromführung in den Gleisen sowie möglichst hohe Übergangswiderstände zwischen Schienen und Erde durch geeignete, gut entwässerte Schienenbettung erstreben. Die wichtigsten Schutzmaßnahmen und die verschiedenen Meßmethoden werden in der Arbeit an der Hand zahlreicher Abbildungen und Diagramme eingehend besprochen. *S.*

An den **Larven der Steckmücke** *(Culex nemorosus)* hat *C. v. Heß (Zool. Jahrb., Abt. f. allg. Zool. u. Physiol. der Tiere*, Bd. *33*, 1913, p. 422—436) eine eigentümliche **Doppelreaktion auf Licht** beobachtet, die unter den bisher bekannten Lichtreaktionen im Tierreich ohne Beispiel ist. Hängen die Tiere, wie gewöhnlich, mit ihren Atemröhren an der Wasseroberfläche, so fliehen sie bei jeder raschen *Abnahme* der Lichtintensität nach unten auf den Boden des Gefäßes. Hält man einen weißen Karton 20 cm vom Bassin der Tiere entfernt und fährt mäßig rasch mit einem mattschwarzen Papierstreifen von 2—3 cm Breite über die mattweiße Fläche, so genügt schon diese geringe und kurzdauernde Verminderung der Lichtstärke, um die Fluchtreaktion auszulösen. Messende Versuche ergaben, daß eine rasche Abnahme der Lichtintensität im Verhältnis von 1 : 0,83 bis 0,81 die Reaktion auslöst. Zunahme der Lichtintensität bewirkt keine derartige Fluchtreaktion. Befinden sich die Tiere aber am Boden des Gefäßes, so reagieren sie ganz anders: sie fliehen vom Lichte fort, zeigen also „negativen Phototropismus" oder, wie *Heß* sagt, „*Skototropismus*". Die Fluchtreaktion bei Licht*minderung* ließ sich als methodisches Hilfsmittel zur Untersuchung des Reizwertes verschiedenfarbiger Lichter verwenden, und auch an diesem Objekt konnte *Heß* wieder nachweisen, daß der Reizwert derselben ganz der gleiche wie für das total farbenblinde menschliche Auge ist, ein Nachweis, der in diesem Falle besonders eindringlich geführt werden konnte, da eine total farbenblinde Person als Vergleichswesen zur Verfügung stand. *P.*

Beim Vergleich des Druckverlaufes und der Strömungsgeschwindigkeit in der Hals- und Schenkelarterie fand *Härthle*, daß die Stromstärke zwar im allgemeinen dem Druck entspricht, daß sie aber in der zweiten Hälfte der Systole des Herzens größer ist, als nach dem Druckverlauf zu erwarten wäre. Ein solches Verhalten würde erklärlich sein, wenn auch bei Wirbeltieren die Arterien aktive pulsatorische Kontraktionen ausführten, wie sie bei niederen Tieren so häufig vorkommen. In der Tat ist es *Härthle (Skandinav. Arch. f. Physiol.*, Bd. *29*, 1913, p. 100—113) gelungen, beim Frosch wie beim Hunde mit Hilfe des Saitengalvanometers Ströme nachzuweisen, die mit großer Wahrscheinlichkeit als **Aktionsströme der Gefäßmuskulatur** anzusprechen sind. Wir dürfen also annehmen, daß die glatte Muskulatur der Arterien durch den Reiz der pulsatorischen Dehnung zu Kontraktionen veranlaßt wird, die rasch verlaufen und nicht mit den schon lange bekannten Tonusschwankungen der Gefäßmuskeln zu verwechseln sind, die viel langsamer verlaufend, der Regulation des Füllungszustandes der einzelnen Gefäßprovinzen dienen. *P.*

Zur Theorie der **physiologisch-äquilibrierten Salzlösungen** hat *Jacques Loeb (Biochem. Zeitschr.* Bd. *47*, 1912, p. 127—166) eine Reihe neuer Versuche angestellt. Als Objekte dienten die Eier des Fisches *Fundulus*, an denen er vor 12 Jahren zuerst die Beobachtung machte, daß sie den Aufenthalt in destilliertem Wasser ebensogut ertragen, wie den in Seewasser, daß aber alle einzelnen Salze des Seewassers auf die Eier giftig wirken. Die Giftwirkung eines einzelnen Salzes läßt sich durch Zusatz eines anderen Salzes mehr oder minder vollständig aufheben, so daß z. B. eine Kombination von Kochsalz, Chlorkalium und Chlorcalcium in den Mengenverhältnissen 100 Mol : 2,2 Mol : 1,5 Mol ungiftig, das heißt physiologisch ausgeglichen ist. Die Eier von *Fundulus* haben ein spezifisches Gewicht von 1,0634, so daß sie in den auf ihre Giftigkeit geprüften Salzlösungen, deren spezifisches Gewicht zwischen 1,1233 und 1,1303 schwankt, zunächst oben schwimmen. Dadurch, daß diese Lösungen dem Ei Wasser entziehen, nimmt sein spezifisches Gewicht zu, und das Ei sinkt endlich unter, und zwar um so rascher, je stärker die Durchgängigkeit der Eihaut durch die einwirkenden Salze erhöht wird. Es zeigte sich nun, daß physiologisch ausgeglichene Lösungen die Wasserdurchlässigkeit der Eihaut nur sehr wenig erhöhen, so daß die Eier drei Tage und länger an der Oberfläche bleiben, während die Lösungen der einzelnen Salze, die giftig wirken, die Eier rasch zum Schrumpfen bringen, so daß sie nach wenigen Minuten bis einigen Stunden untersinken, und zwar um so rascher, je höher die Konzentration der giftig wirkenden Salzlösung ist. Die **entgiftende Wirkung,** welche der Zusatz kleiner Mengen eines Erdalkalisalzes auf eine Kochsalzlösung ausübt, kommt demnach dadurch zustande, daß er die Erhöhung der Wasserdurchlässigkeit verringert oder gänzlich aufhebt. Auch der Antagonismus zwischen der Giftwirkung von Säuren und Salzen erklärt sich in derselben Weise: die durch Säuren bedeutend gesteigerte Permeabilität der Eihaut wird durch Salzzusatz verringert. *P.*

Zu der Frage, ob die **Aminosäuren,** die bei der **Darmverdauung** in Menge entstehen, schon in der *Darmwand* ganz oder teilweise wieder *zu Eiweißkörpern synthetisiert werden*, oder ob sie unverändert ins Blut übergehen, gibt *Rona (Biochem. Zeitschr.* Bd. *46*, 1912, p. 307—316) einen experimentellen Beitrag. In überlebende Stücke vom Katzendarm füllte er ein Gemisch von Aminosäuren und beobachtete, durch Bestimmung des Aminostickstoffs, ob eine Synthese stattgefunden habe. Es fand sich, daß während der Versuchsdauer nennenswerte Mengen von Aminosäuren die Darmwand unverändert passierten, und daß die Gesamtmenge keine Verminderung erfuhr, so daß kein Anhaltspunkt für eine Eiweißsynthese in den Zellen der Darmwand gewonnen werden konnte. *P.*

Die Geschwindigkeit, mit welcher das Kation in großem Überschusse seines Anions diffundiert, wird bestimmt durch die Zahl der Ladungen des Kations, also durch dessen Wertigkeit. Auf diese Weise hat *v. Hevesy* durch Ermittelung der betreffenden Diffusionskonstanten die **Valenz der Radioelemente** festgestellt und gefunden: Ra = 2, Th B = 1, Th C = 2, Radiothor = 4, Thorium = 4, Th X und Akt X = 2, Ra E = 2, Ra F = 2, Jonium = 4, Ur X = 4. *(Phys. Ztschr. 14*, 49, 1913.) *Mk.*

Von *Curie* ist früher nachgewiesen worden, daß die Metalle Al, Cu, Pb, Bi, Pt und Ag keine **Okklusion auf die Zersetzungsprodukte des Radiums** ausüben. Nach *Costanzo* ist dies auch beim Messing nicht der Fall, wohl aber beim *Palladium*, welches in dünnen Schichten eine ebenso starke Okklusion wie Kautschuk ausübt, in dicken Schichten aber eine noch stärkere. *(C. R. 156*, 126, 1913.) *Mk.*

Bei der Reflexion von **Röntgenstrahlen an Kristallen** tritt eine **mehrfache Reflexion** auf. Dies ist nach *Hupka* ein Beweis dafür, daß die Wirkung nicht durch die geometrische Oberfläche des Kristalles bedingt ist, sondern durch sein regelmäßiges Molekülgefüge, indem in solchen Richtungen die Strahlen stärker reflektiert werden, in welchen die Moleküle dichter gelagert sind. Bei einem hexagonalen Kristall finden daher in der Richtung der Diagonalen des sechseckigen zur Hauptachse senkrechten Querschnittes drei starke Reflexionen statt, und in der Richtung der drei Halbierungslinien zwischen den Diagonalen drei schwächere Reflexionen. *(Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. 15,* 370, 1913.) *Mk.*

Durch spektrospkopische Untersuchung zahlreicher **Heliumproben** hat *Goldstein* ein **bisher unbekanntes Spektrum** entdeckt, das für visuelle Beobachtung im Rot jenseits *C* bei λ 659 beginnt und zahlreiche Linien und Banden bis ins Violett und weit ins Ultraviolett hinein enthält. Dieses Spektrum entspricht entweder einem neuen Element, oder es gehört dem Helium an, wie bekanntlich auch der Wasserstoff ein solches zweites Spektrum besitzt. *(Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. 15,* 408, 1913.) *Mk.*

Die **Geschwindigkeit der leuchtenden Punkte,** welche sich **in Wasserstoffröhren** von der Kathode nach der Anode hin bewegen, hat *A. Perot* durch den *Doppler*effekt auf einzelne Linien des Wasserstoffspektrums bestimmt. Er fand, daß diese Geschwindigkeit mit dem Druck, der Stromstärke und dem Durchmesser der Röhre veränderlich ist. Auch war sie in den helleren Teilen des Rohres größer als in den dunkleren. Bei einem Rohr von 4½ mm Durchmesser war die Geschwindigkeit für 100 Milliampere Stromstärke im hellen Teile 942 m und im dunklen 837 m. Bei gleicher Stromstärke, aber 3,3 mm Rohrdurchmeser waren die Werte 625 und 379 m. Für die verschiedenen Stromstärken von 11, 16,25 und 22 Milliampere zeigte ein Rohr die Geschwindigkeiten 149, 219 und 266 m. In zwei Röhren von dem gleichen Druck 6,5 mm und den verschiedenen Durchmessern 1,08 und 3,8 mm waren die entsprechenden Geschwindigkeiten 297 und 104 m. In einem Rohr von 1,08 mm Durchmesser wurde der Druck von 19,4 mm auf 0,28 mm erniedrigt, während die Stromstärke konstant auf 20 Milliampere gehalten wurde. Hierdurch stieg die Geschwindigkeit von 135 auf 565 m. Im allgemeinen ist die Geschwindigkeit der leuchtenden Punkte gleich der von Gewehrkugeln. *(C. R. 156,* 132 und 310, 1913.) *Mk.*

Bei streifender Reflektion eines divergierenden Büschels von Röntgenstrahlen an der Spaltfläche eines Steinsalzkristalles erhielten *C. G. Barkla* und *G. H. Martyn* Interferenzerscheinungen, aus denen sie die **Wellenlänge der Röntgenstrahlen** zu $0{,}6 \cdot 10^{-9}$ cm berechneten. *(Electrician 70,* 1051, 1913.) Ähnliche Beobachtungen machten *E. Hupka* und *W. Steinhaus* an Glimmer und Steinsalz. Nach ihren Ermittlungen beträgt die Wellenlänge der Röntgenstrahlen $1{,}8 \cdot 10^{-10}$ cm. *(Verh. d. deutsch. Phys. Ges. 15,* 166, 1913.) *Mk.*

Die **durchdringende Strahlung,** welche durch radioaktive Substanzen in der Atmosphäre und im Boden erzeugt wird und in geschlossenen Hohlräumen Ionen scheinbar spontan entstehen läßt, hat *G. Berndt* für Buenos Aires bestimmt. Er fand für die argentinische Landeshauptstadt ihren Wert gleich 8 Ionen pro ccm in der Sekunde. Dieser liegt innerhalb der an anderen Orten gefundenen Werte, die von 3—10 Ionen variieren. *(Veröff. d. deutsch. wissensch. Ver. in Buenos Aires Nr. 3,* S. 31, 1913.) *Mk.*

Ozonhaltiges Quellwasser. Zuverlässige Angaben über das Vorkommen von Ozon in natürlichen Wässern sind bisher nicht in der Literatur vorhanden, doch gelang es vor kurzem dem Professor *Nasini* in Pisa und seinem Mitarbeiter *Porlezza,* in der Gegend von Monte Amiata im Wasser mehrerer Quellen einwandfrei Ozon nachzuweisen. Sie hatten bereits früher bei jenen Quellen gelegentlich der Ermittlung ihrer Radioaktivität einen phosphorähnlichen Geruch des Wassers wahrgenommen, der auf die Anwesenheit von Ozon schließen ließ. Mit Hilfe von Jodkaliumstärkepapier, Guajaktinktur und anderen Reagentien konnten sie nun sowohl in den Gasen, die aus der Quelle ausströmen, sowie in den Gasen, die im Wasser gelöst bleiben, nicht unbeträchtliche Mengen von Ozon nachweisen. Sie beschreiben diese Bestimmung näher und berichten ferner über eine Reihe von Versuchen, die sie mit künstlich ozonisiertem Wasser angestellt haben. Es gelang ihnen, mit Hilfe von Jodkaliumlösung bereits die kleine Menge von 0,02 ccm Ozon in einem Liter Wasser deutlich zu bestimmen. Ihre Versuche ergaben ferner, daß der Ozongehalt dem Ozongeruch proportional ist und daß ein nicht nach Ozon riechendes Wasser auch kein Ozon enthält. Die Entstehung des Ozons im Wasser ist noch nicht einwandfrei festgestellt; man kann annehmen, daß es durch die Einwirkung von Mikroorganismen aus Wasserstoffsuperoxyd gebildet wird, das seinerseits durch Autoxydation aus dem in kleiner Menge in dem Wasser enthaltenen Ferricarbonat entsteht. Die Verfasser wollen durch weitere Versuche an Ort und Stelle die Richtigkeit dieser ihrer Auffassung entscheiden. *(Chemiker-Zeitg.* 1913, S. 129.) *S.*

Über die Einwirkung von Meerwasser auf Zement sind von *P. H. Bates, A. J. Phillips* und *Rudolph J. Wig* Versuche angestellt worden, deren Ergebnisse im *Journal of The Franklin Institute* 1913, Nr. 1, 65 f. veröffentlicht sind. Die Versuche wurden in der Weise ausgeführt, daß kleine hohle Zylinder aus Zement dem Durchfluß von Meerwasser und anderer Salzlösungen ausgesetzt wurden, andererseits in einem Zweiglaboratorium in Atlantic City, N. J. verschiedene Zementproben mit dem Wasser an der Meeresküste selbst in Berührung gebracht wurden. Es zeigte sich als Hauptergebnis, daß die Einwirkung im ersten Falle eine ganz andere war als im zweiten Falle. Während an der Meeresküste der Zement auch nach zweijähriger Beobachtung sich nicht veränderte, ergab sich bei den Versuchen der ersten Art, daß die in den Salzlösungen enthaltenen verschiedenen Salze, in erster Linie Chlornatrium, das Bestreben haben, in den Poren des Zements auszukristallisieren und auf diese Weise das Material nach und nach zu zertrümmern. Die erwähnten Zementzylinder waren daher nach zweijähriger Beobachtungszeit morsch und im Zustande des Zerfalls. Die Haltbarkeit solcher Gebilde *in Berührung mit dem eigentlichen Meere* ist zweifellos der Bildung eines Überzugs von kohlensaurem Kalk zuzuschreiben, der auf dem Zement nachgewiesen werden konnte.

Diese Versuche liefern einen lehrreichen Beitrag zu der schon so oft gemachten Erfahrung, daß es bedenklich ist, Laboratoriumsversuche ohne weiteres auf die Praxis zu übertragen. —*s.*

Für die Redaktion verantwortlich: *Dr. Arnold Berliner,* Berlin W. 9.